



SKRIPSI – ME 141501

**DESAIN PALKA KAPAL PENGANGKUT IKAN
HIDUP DENGAN SIRKULASI AIR LAUT ALAMI**

Dimas Tegar Rahmatullah
NRP. 4212 100 026

Dosen Pembimbing :
Ir. Amiadji M.M, M.Sc.
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

JURUSAN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016



FINAL PROJECT – ME 141501

**DESIGN OF FISH HOLD AT LIFE FISH CARRIER WITH
NATURAL SEA WATER CIRCULATION SYSTEM**

Dimas Tegar Rahmatullah
NRP. 4212 100 026

Advisor :
Ir. Amiadji M.M, M.Sc.
Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

DEPARTMENT OF MARINE ENGINEERING
Faculty of Marine Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2016

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN PALKA KAPAL PENGANGKUT IKAN HIDUP DENGAN SIRKULASI AIR LAUT ALAMI

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik

pada

Bidang Studi *Marine Manufacture And Design* (MMD)

Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan

Fakultas Teknologi Kelautan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Dimas Tegar Rahmatullah

NRP : 4212 100 026

Disetujui Oleh Pembimbing Skripsi :

1. Ir. Amiadji M.M, M.Sc.



2. Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.



SURABAYA

JULI 2016

LEMBAR PENGESAHAN

DESAIN PALKA KAPAL PENGANGKUT IKAN HIDUP DENGAN SIRKULASI AIR LAUT ALAMI

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik
pada

Bidang Studi *Marine Manufacture And Design* (MMD)
Program Studi S-1 Jurusan Teknik Sistem Perkapalan
Fakultas Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

Dimas Tegar Rahmatullah
NRP : 4212 100 026

Disetujui Oleh Ketua Jurusan Teknik Sistem Perkapalan :



Dr. Eng. M. Badrus Zaman, ST, MT.
NIP. 197708022008011007

DESAIN PALKA KAPAL PENGANGKUT IKAN HIDUP DENGAN SIRKULASI AIR LAUT ALAMI

Nama Mahasiswa : Dimas Tegar Rahmatullah
NRP : 4212100026
Dosen Pembimbing 1 : Ir. Amiadji M.M, M.Sc.
Dosen Pembimbing 2 : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

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

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DESIGN OF FISH HOLD AT LIFE FISH CARRIER WITH NATURAL SEA WATER CIRCULATION SYSTEM

Student Name : Dimas Tegar Rahmatullah
Reg. Number : 4212100026
Advisor 1 : Ir. Amiadji M.M, M.Sc.
Advisor 2 : Ir. Alam Baheramsyah, M.Sc.

ABSTRACT

Most fish are shipped and stored alive in the holding cell (storage room) before getting offshore. The holding condition, without a doubt, will affect fish quality. Common problems include decreasing quality of the fish. Which is why it is necessary to design a circulation hole, therefore seawater can naturally circulate inside the holding and keep the fish fresher. The main objective of this study is to identify appropriate design for seawater circulation hole on live fish holding room. Method used is CFD (Computational Fluid Dynamic) based simulation, modeling the hull and the hold of the ship. Data analysis revealed flow inside the hold is turbulent. Current speed ranged from 0,05 m/s – 0,33 m/s. Smallest ship's resistance showed at the level of 26,1 kN. Holding room volume is decreased along with the addition of circulation hole as big as 22,9 m³, but still can contain up to 2,08 tons of grouper fish. Economic calculation revealed the owner would have a turnover after two-four years.

Keywords : Life fish carrier, Grouper, Fish hold, Fish transportation, CFD simulation

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Lembar Pengesahan	v
Abstrak	ix
Kata Pengantar	xiii
Daftar Isi	xv
Daftar Gambar	xix
Daftar Tabel	xxi
Daftar Grafik	xxiii
Daftar Lampiran	xxv
BAB I PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Perumusan Masalah	2
I.3 Batasan Masalah	3
I.4 Tujuan	3
I.5 Manfaat	4
I.6 Tempat Pelaksanaan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
II.1 Klasifikasi Ikan Kerapu	5
II.1.1 Ikan kerapu lumpur	5
II.1.2 Ikan kerapu sunu	6
II.1.3 Ikan kerapu batik	7
II.1.4 Ikan kerapu bebek/tikus	8
II.1.5 Ikan kerapu macan	9
II.2 Budidaya Ikan Kerapu	11
II.3 Pengangkutan Ikan Hidup	12
II.3.1 Sistem pengangkutan ikan hidup yang telah ada sebelumnya	13

II.3.1.1 Transportasi sistem basah	13
II.3.1.2 Transportasi sistem kering	17
II.3.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi pengangkutan ikan hidup	20
II.4 CFD (<i>Computational Fluid Dynamic</i>).....	25
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	29
III.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah	29
III.2 Studi Literatur.....	29
III.3 Pengumpulan Data.....	29
III.4 Proses Desain dan Simulasi	30
III.5 Kesimpulan dan Saran.....	31
III.6 <i>Flow Chart</i> Tugas Akhir.....	31
BAB IV ANALISA DATA dan PEMBAHASAN.....	33
IV.1 Data Kapal.....	33
IV.2 Penggambaran Desain Lambung Kapal.....	34
IV.3 Perancangan Ruang Palka.....	35
IV.3.1 Volume ruang palka	35
IV.3.2 <i>Displacement</i> kapal	36
IV.4 Simulasi CFD.....	38
IV.4.1 Pemodelan ICEM CFD	39
IV.4.2 Simulasi menggunakan Ansys CFX	41
IV.5 Data Hasil Simulasi CFD.....	49
IV.5.1 Karakteristik aliran fluida di dalam palka	49
IV.5.2 Kecepatan arus di dalam palka	52
IV.5.3 Hambatan kapal	54
IV.6 Perhitungan Ekonomis Kapal Pengangkut Ikan Hidup..	56

BAB V KESIMPULAN dan SARAN.....	65
V.1 Kesimpulan.....	65
V.2 Saran.....	66
DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN.....	69

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

BAB II

Gambar 2.1	Ikan kerapu lumpur.....	6
Gambar 2.2	Ikan kerapu sunu.....	7
Gambar 2.3	Ikan kerapu batik.....	8
Gambar 2.4	Ikan kerapu bebek/tikus.....	9
Gambar 2.5	Ikan kerapu macan	10
Gambar 2.6	Sentra produksi ikan kerapu Indonesia 2013....	11
Gambar 2.7	Pengangkutan sistem terbuka.....	15
Gambar 2.8	Pengangkutan sistem tertutup.....	17
Gambar 2.9	Pemingsanan ikan dengan bahan anestasi.....	19

BAB III

Gambar 3.1	<i>Flow Chart</i> pengerjaan skripsi.....	32
------------	---	----

BAB IV

Gambar 4.1	<i>Lines Plan</i>	34
Gambar 4.2	Model 3D kapal.....	35
Gambar 4.3	Pelubangan pada palka.....	38
Gambar 4.4	Model palka kapal.....	38
Gambar 4.5	Pemodelan ICEM CFD.....	40
Gambar 4.6	<i>Domain</i>	43
Gambar 4.7	<i>Inlet dan Outlet</i>	44
Gambar 4.8	<i>Wall</i>	45
Gambar 4.9	<i>Opening</i>	46
Gambar 4.10	<i>CFX-Solver Manager</i>	47
Gambar 4.11	<i>CFD Post</i>	48
Gambar 4.12	Aliran fluida di dalam palka dengan variasi diameter lubang depan dan belakang 10cm.....	50
Gambar 4.13	Aliran fluida di dalam palka dengan variasi diameter lubang depan 10cm dan belakang 20cm.....	50
Gambar 4.14	Aliran fluida di dalam palka dengan variasi diameter lubang depan dan belakang 20cm.....	51

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

BAB II

Tabel 2.1	Bahan anestasi yang dapat digunakan untuk pembiusan ikan.....	18
-----------	---	----

BAB IV

Tabel 4.1	<i>Simpson's Rules</i>	36
Tabel 4.2	Kecepatan arus di dalam palka dengan variasi diameter lubang depan dan belakang 10cm	52
Tabel 4.3	Kecepatan arus di dalam palka dengan variasi diameter lubang depan 10cm dan belakang 20cm..	52
Tabel 4.4	Kecepatan arus di dalam palka dengan variasi diameter lubang depan dan belakang 20cm.....	53
Tabel 4.5	Hambatan kapal sebelum dilakukan pelubangan palka	54
Tabel 4.6	Hambatan kapal dengan variasi diameter lubang depan dan belakang 10cm	55
Tabel 4.7	Hambatan kapal dengan variasi diameter lubang depan 10cm dan belakang 20cm	55
Tabel 4.8	Hambatan kapal dengan variasi diameter lubang depan dan belakang 20cm	55

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GRAFIK

BAB II

Grafik 2.1 Kurva kepadatan ikan	23
---------------------------------------	----

BAB IV

Grafik 4.1 Kecepatan arus di dalam palka	53
Grafik 4.2 Hambatan kapal	56

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Data kapal
Lampiran 2	<i>General arangement</i> kapal
Lampiran 3	Variasi 1 kecepatan 2 knot
Lampiran 4	Variasi 1 kecepatan 4 knot
Lampiran 5	Variasi 1 kecepatan 5 knot
Lampiran 6	Variasi 1 kecepatan 6 knot
Lampiran 7	Variasi 1 kecepatan 8 knot
Lampiran 8	Variasi 1 kecepatan 10 knot
Lampiran 9	Variasi 2 kecepatan 2 knot
Lampiran 10	Variasi 2 kecepatan 4 knot
Lampiran 11	Variasi 2 kecepatan 5 knot
Lampiran 12	Variasi 2 kecepatan 6 knot
Lampiran 13	Variasi 2 kecepatan 8 knot
Lampiran 14	Variasi 2 kecepatan 10 knot
Lampiran 15	Variasi 3 kecepatan 2 knot
Lampiran 16	Variasi 3 kecepatan 4 knot
Lampiran 17	Variasi 3 kecepatan 5 knot
Lampiran 18	Variasi 3 kecepatan 6 knot
Lampiran 19	Variasi 3 kecepatan 8 knot
Lampiran 20	Variasi 3 kecepatan 10 knot

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Kekayaan 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.

Sebagai contohnya komoditas ikan laut jenis kerapu merupakan komoditas andalan dan permintaan dari pasar ekspor (Singapura, China dan Hongkong) dari tahun ketahun terus meningkat. Salah satu jenis ikan yang memiliki prospek cerah untuk dibudidayakan adalah ikan kerapu. Data terakhir, produksi ikan kerapu pada 2013 sebanyak 113.368 ton yang terdiri dari hasil budidaya 13.464 ton dan hasil tangkapan 99.904 ton. Data BPS 2013 menyebutkan, ekspor ikan kerapu mencapai US\$ 19,8 juta dengan volume 2.552 ton. Hong Kong merupakan negara tujuan ekspor utama dengan porsi 90%.

Perkembangan kehidupan ikan sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan tempat hidupnya. Faktor lingkungan tersebut antara lain : suhu, cahaya, salinitas, arus. Fluktuasi keadaan lingkungan mempunyai pengaruh yang besar terhadap periode migrasi musiman serta terdapatnya ikan. Keadaan perairan serta perubahannya juga mempengaruhi kehidupan dan pertumbuhan ikan. (Baskoro, 2010).

Sebagian besar ikan yang dikirim menggunakan kapal disimpan dalam ruang penyimpanan pada kapal. Kondisi ruang penyimpanan akan berpengaruh pada ikan hasil tangkapan. Permasalahan yang biasa terjadi yaitu menurunnya kualitas ikan yang dijual, baik keadaan ikan yang tidak segar, bau ikan yang busuk, maupun struktur tubuh yang tidak sempurna. Hanya ikan yang segar dan bermutu tinggi yang

diminati oleh produsen. Hal ini dikarenakan penanganan ikan yang akan dikirim salah. Hal ini juga akan berimbas pada harga ikan.

Pengelolaan dan penanganan hasil tangkapan ikan sangat berpengaruh terhadap mutu ikan tersebut. Penanganan hasil tangkapan ikan ini terbagi atas 3 kelompok, yaitu ikan hidup, segar dan beku. Penanganan hasil tangkapan ikan dalam kondisi segar dan beku telah umum digunakan. Namun untuk penanganan hasil tangkapan ikan dalam kondisi hidup masih sangat minim sekali. Padahal penanganan ikan dalam kelompok ikan hidup dapat meningkatkan mutu dari ikan tersebut. Berkembangnya pasaran ikan hidup karena adanya perubahan selera konsumen dari ikan mati atau beku kepada ikan dalam keadaan hidup, telah mendorong masyarakat untuk memenuhi permintaan pasar ikan melalui budidaya.

Sistem palka ikan hidup, di mana palka diberi lubang sirkulasi sehingga air laut dapat bersirkulasi secara alami. Untuk menjaga kualitas ikan di dalam palka kapal ikan hidup dalam masa pengiriman atau pelayaran maka ada beberapa hal yang perlu diperhatikan seperti sirkulasi air laut yang disuplai ke dalam palka kapal ikan hidup. Sehingga perlu dilakukan analisa mengenai karakteristik aliran fluida di dalam palka, kecepatan arus di dalam palka serta hambatan kapal akibat pelubangan palka. Untuk melakukan analisa tersebut dilakukan simulasi *Computational Fluid Dynamics* (CFD). Sehingga dari simulasi tersebut akan didapat diameter lubang sirkulasi yang sesuai.

I.2 Perumusan Masalah

Dalam proses pengangkutan ikan menggunakan kapal, perlu diperhatikan tempat penyimpanan ikan tersebut. Kondisi ruang penyimpanan akan berpengaruh pada ikan yang diangkut. Permasalahan yang biasa terjadi yaitu menurunnya kualitas ikan, baik keadaan ikan yang tidak segar, bau ikan

yang busuk, maupun struktur tubuh yang tidak sempurna. Hal ini dikarenakan penanganan ikan yang akan dikirim salah.

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 di mana ikan diangkut dalam keadaan hidup. Untuk itu dirancang sistem palka dengan sirkulasi air laut alami. Sehingga permasalahan yang akan dibahas adalah bagaimana merancang sirkulasi air laut alami untuk palka ikan hidup.

I.3 Batasan Masalah

Batasan masalah digunakan sebagai arahan serta acuan dalam penulisan penelitian sehingga sesuai dengan permasalahan serta tujuan yang diharapkan. Batasan permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah :

1. Objek yang dikaji terbatas pada desain lambung dan palka kapal 60 GT.
2. Panjang palka tidak divariasikan.
3. Jumlah lubang tidak divariasikan.
4. Kondisi perairan diasumsikan dalam perairan tenang.
5. Tidak melakukan pengujian *towing tank*.
6. Analisis dan pengolahan data menggunakan *software*.
7. Hasil akhir dari penelitian ini adalah data dan simulasi hasil analisis *software* tersebut.

I.4 Tujuan

Tujuan penulisan Tugas Akhir 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.

I.5 Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penulisan Tugas Akhir ini adalah :

1. Menambah inovasi baru dalam proses pengangkutan ikan.
2. Memperbaiki kualitas ikan yang diangkut.
3. Mengetahui desain palka yang sesuai untuk kapal pengangkut ikan hidup dengan sirkulasi alami.
4. Mengurangi biaya pembuatan dan operasi kapal untuk sistem sirkulasi air laut di mana desain yang sudah ada menggunakan pompa untuk mensirkulasi air laut di dalam palka.

I.6 Tempat Pelaksanaan

Tempat yang direncanakan untuk mengerjakan tugas akhir ini adalah Laboratorium Marine Manufacture and Design (MMD), Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, FTK – ITS Surabaya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Klasifikasi Ikan Kerapu

Dalam dunia internasional kerapu dikenal dengan nama *grouper*. 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 dikerucutkan ternyata berasal dari tujuh (7) Genus yaitu *Anyperodon*, *Aethaloperca*, *Cromileptes*, *Cephalophilis*, *Plectropomus*, *Epinephelus* dan *Epinephelus*.

Ikan kerapu merupakan ikan air laut yang belakangan ini dihargai cukup tinggi khususnya untuk konsumsi restoran-restoran besar di dalam maupun di luar negeri. Tingkat harga yang menarik dan kecocokan lingkungan budidaya ikan kerapu di banyak perairan pantai Indonesia. Berikut merupakan beberapa contoh jenis ikan kerapu budidaya.

II.1.1 Ikan kerapu lumpur

Ikan kerapu yang disebut kerapu lumpur tergolong dalam genus *Ephinephelus* dan terdiri dari beberapa spesies. Namun yang banyak dibudidayakan adalah *Epinephelus suillaus*/*E. tauvina* dan *E. coioides*. Harga kerapu lumpur tergolong tinggi, walaupun masih di bawah dari harga semua kerapu yang diperdagangkan, antara Rp.100.000,00 – Rp.200.000,00/kg. kerapu lumpur hidup di habitat yang berlumpur, dalam perdagangan internasional disebut estuary grouper.

Morfologi ikan kerapu lumpur adalah sebagai berikut: bentuk badan kerapu lumpur memanjang dan gilik, warna dasar abu-abu muda dengan bintik-bintik dipermukaan tubuhnya. Jenis kerapu ini memiliki bintik cokelat dengan 5 pita yang vertikal berwarna gelap.



Gambar 2.1 Ikan kerapu lumpur
Sumber : www.keprifishingclub.com

Kerapu *E. coioides* banyak ditemukan di Teluk Banten, Segara Anakan, Kep.Seribu, Lampung dan kawasan daerah muara sungai. Di daerah tersebut umumnya banyak mengandung lumpur sehingga ikan ini seringkali disebut kerapu lumpur.

II.1.2 Ikan kerapu sunu

Ikan Kerapu Sunu merupakan ikan dari famili *Serranidae* dengan genus *Plectoparmus*. Kerapu sunu juga merupakan komoditas ekspor yang harganya cukup tinggi. Harga kerapu sunu berkisar antara Rp.180.000,00-Rp.300.000,00/kg. Dua jenis kerapu sunu yang berharga tinggi dan terdapat di Indonesia yaitu *Plectropomus leopardus* (*leopard corraltrol*) dan *Plectropomus maculatus* (*barred cheek corra ltrout*). Selain itu ada dua jenis kerapu sunu lagi namun tidak begitu populer di Indonesia yaitu *Plectropomus areolatus* dan *Plectropomus leavis* (bernoda biru).

Pada umumnya ikan kerapu memiliki bentuk tubuh agak rendah, moncong panjang memipih dan menajam. Ciri yang membedakan ikan kerapu sunu dengan ikan kerapu yang lainnya adalah kepala, badan, dan bagian

tengah dari sirip berwarna abu-abu kehijau-hijauan, cokelat, merah atau jingga kemerahan dengan bintik-bintik biru yang berwarna gelap pada pinggirnya. Binti-bintik pada kepala bagian depan badan sebesar diameter bola matanya atau lebih besar. Untuk wilayah persebaran ikan kerapu sunu sendiri tersebar di perairan Kepulauan Karimunjawa, Kepulauan Seribu, Lampung Selatan, Kepulauan Riau, Bangka Selatan dan perairan karang.



Gambar 2.2 Ikan kerapu sunu
Sumber : www.keprifishingclub.com

II.1.3 Ikan kerapu batik

Ikan Kerapu Batik termasuk dalam famili *Serranidae* dengan genus *Epinephelus* yang memiliki nama lain di pasar luar negeri yakni *small tooth rock-cod*, *camouflage grouper*, dan *marble grouper*. Kerapu batik merupakan salah satu kerapu yang ditangkap dan dikonsumsi. Harga kerapu batik cukup tinggi antara Rp.150,000–Rp. 250,000/kg.

Ciri fisik bagian atas kepala cembung. Kepala, badan, dan sirip berwarna cokelat pucat dan tertutup bintik-bintik berwarna cokelat gelap. Pada kepala dan badan terdapat bercak berwarna hitam tumpang tindih dengan bintik-bintik hitam tersebut. Pada bagian pangkal ekor tampak jelas sebuah bercak hitam. Terdapat banyak bintik-bintik putih pada sirip dan beberapa di bagian kepala dan badan. Ujung

sirip ekor membulat berbentuk busur. Habitat asli ikan kerapu batik adalah perairan karang. Namun, jenis kerapu yang satu ini memiliki toleransi yang besar terhadap kekeruhan dan salinitas. Banyak terdapat di daerah perairan kepulauan, khususnya di wilayah perairan atol.



Gambar 2.3 Ikan kerapu batik

Sumber : www.jitunews.com

II.1.4 Ikan kerapu bebek/tikus

Kerapu Bebek atau kerapu tikus (*Cromileptes altivelis*) merupakan jenis kerapu yang harganya paling tinggi di antara semua jenis kerapu yang diperdagangkan. Harga kerapu bebek berkisar antara Rp.350.000,00 – Rp.450.000,00/kg. Ikan kerapu Tikus tersebar luas di Pasifik Barat mulai dari bagian Selatan Jepang, Guam, Nicobar sampai Broome. Di Indonesia ikan kerapu Tikus banyak ditemukan di wilayah perairan teluk banten, ujung Kulon, Kepulauan Riau, Kepulauan Seribu, Kepulauan Karimun, Jawa, Madura, Kalimantan, dan Nusa Tenggara.

Morfologi ikan kerapu bebek/tikus adalah sebagai berikut : sirip punggung dengan 10 duri keras dan 18-19 duri lunak, sirip perut dengan 2 duri keras dan 10 duri lunak, sirip ekor dengan 1 duri keras dan 70 duri lunak. Panjang total 3,3 – 3,8 kali tingginya, panjang kepala satu perempat dari panjang total. Leher bagian atas cekung dan

semakin tua semakin cekung. Mata satu per enam kepala. Sirip punggung semakin melebar kebelakang. Warna putih kadang kecokelatan dengan totol hitam pada badan, kepala dan sirip. Moncong kepala lancip menyerupai bebek atau tikus. Pada kerapu muda, bintik hitamnya lebih besar dengan jumlah sedikit.



Gambar 2.4 Ikan kerapu bebek/tikus

Sumber : id.wikipedia.org

Bentuk badan memanjang gepeng atau agak membulat, luasan antar pusat (kepala) cenderung cekung. Di kepala ikan dewasa terdapat lekukan mata yang cekung sampai sirip punggung. Ketebalan tubuh sekitar 6,6-7,6 cm dari panjang spesifik. Panjang maksimal tubuhnya mencapai 70 cm. Ikan ini tidak mempunyai gigi *canine* (gigi pada geraham ikan). Lubang hidung besar berbentuk bulan sabit vertikal.

II.1.5 Ikan kerapu macan

Ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) hidup di habitat berkarang sehingga disebut juga ikan kerapu karang. Penyebarannya mulai daerah tropis sampai sub tropis. Di Indonesia ikan kerapu macan terdapat hampir diseluruh wilayah perairan seperti: Teluk Banten, Ujung Kulon, Kepulauan Riau, Kepulauan Seribu, Kepulauan Karimunjawa, Madura, Kalimantan, dan Nusa Tenggara.

Selain terumbu karang lokasi kapal tenggelam juga menjadi rumpon yang nyaman bagi ikan kerapu macan. Ikan-ikan tersebut akan berdiam dalam lubang-lubang karang atau rumpon dengan aktifitas relatif rendah.

Ikan Kerapu macan mempunyai sifat-sifat yang menguntungkan untuk dibudidayakan karena pertumbuhannya cepat dan dapat diproduksi massal untuk melayani permintaan pasar ikan kerapu dalam keadaan hidup. Harga kerapu macan berkisar antara Rp. 140.000,00 – Rp. 300.000,00/kg.



Gambar 2.5 Ikan kerapu macan
Sumber : www.keprifishingclub.com

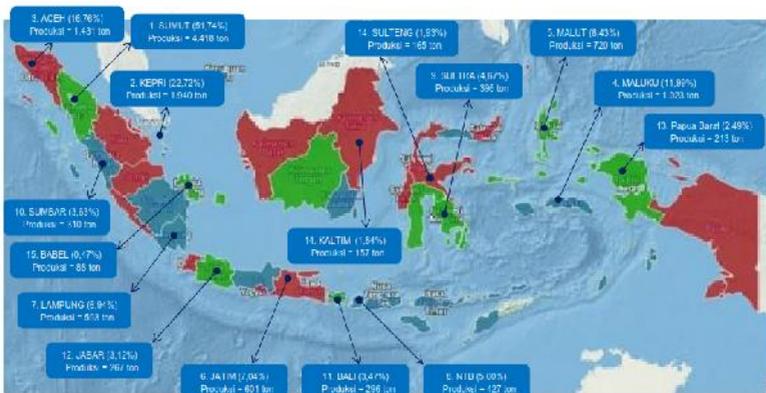
Sedangkan deskripsi morfologi ikan kerapu macan adalah sebagai berikut : sirip punggung dengan 10 duri keras dan 18-19 duri lunak, sirip perut dengan 3 duri keras dan 10 duri lunak, sirip ekor dengan 1 duri keras dan 70 duri lunak. Panjang total 3,3 – 3,8 kali tingginya, panjang kepala satu perempat dari panjang total, mata satu per enam kepala, sirip punggung semakin melebar ke belakang, warna kecokelatan dengan batik kecokelatan pada badan, bagian atas kepala dan badan berwarna lebih gelap dan bagian perut berwarna lebih terang. Bentuk badan pipih gemuk atau agak membulat, panjang maksimal tubuhnya mencapai 90 cm. Ikan ini mempunyai gerigi depan yang tajam.

II.2 Budidaya Ikan Kerapu

Banyak jenis ikan konsumsi yang mempunyai nilai jual tinggi, salah satunya ikan kerapu. Ikan kerapu merupakan komoditi ekspor yang banyak diminati pasar luar negeri. Komoditas perikanan ini bisa dikembangkan dengan budidaya laut. Prospek pengembangan budidaya laut khususnya pada area "off shore" atau lepas pantai mempunyai peluang besar sebagai alternatif usaha yang prospektif bagi masyarakat pesisir.

Mengingat harganya yang mahal, ikan kerapu sudah banyak dibudidayakan di Indonesia. Metode budidaya yang banyak digunakan adalah dengan menggunakan karamba. Sentra produksi kerapu masih didominasi oleh 10 Provinsi penghasil utama, yaitu Provinsi Sumatera Utara, Kepulauan Riau, Nangroe Aceh Darussalam, Lampung, Sulawesi Tenggara, Jawa Timur, Papua Barat, Nusa Tenggara Barat, Maluku Utara dan Provinsi Maluku.

SENTRA PRODUKSI IKAN KERAPU INDONESIA, 2013



Gambar 2.6 Sentra produksi ikan kerapu Indonesia 2013

Sumber : Buku Statistik Perikanan Budidaya Indonesia, 2013

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.

II.3 Pengangkutan Ikan Hidup

Prinsip dari penanganan ikan hidup adalah mempertahankan kelangsungan hidup ikan semaksimal mungkin sampai ikan tersebut diterima oleh konsumen. Terdapat beberapa tahap penanganan untuk mencapai maksud tersebut yaitu penanganan sebelum diangkat, selama pengiriman dan setelah pengiriman. (Junianto, 2003). Salah satu faktor yang menentukan nilai jual ikan dan hasil perikanan yang lain adalah tingkat kesegarannya. Tingkat kesegaran ikan terkait dengan cara penanganan ikan. Ikan segar adalah ikan yang masih mempunyai sifat yang sama seperti ikan hidup baik rupa, bau, rasa maupun teksturnya.

Tubuh ikan mempunyai kadar air yang tinggi dan pH tubuh yang mendekati netral sehingga merupakan media yang baik untuk pertumbuhan bakteri pembusuk maupun organisme lain. Setelah ikan mati, berbagai proses perubahan fisik, kimia, dan organoleptik berlangsung dengan cepat. Semua proses perubahan ini akhirnya mengarah ke pembusukan. Proses perubahan pada tubuh ikan terjadi karena adanya aktivitas enzim, mikroorganisme atau oksidasi oksigen.

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 di dalam air mengakibatkan ammonia dalam darah ikan meningkat membuat peningkatan pada pH darah, sehingga berpengaruh terhadap reaksi enzim pada proses metabolisme ikan. Maka dengan sirkulasi air ini mampu mengurangi pengeluaran ammonia dan

memperkecil kadar polutan dalam air yang terjadi. (Anonymous, 1986)

Pada transportasi ikan hidup umumnya membutuhkan waktu yang relatif lama, sehingga sirkulasi air merupakan suatu hal yang sangat vital untuk memasok air baru dan mengeluarkan hasil sisa metabolisme ikan selama pelayaran. Selain itu juga pasokan oksigen sangat penting untuk meminimalisir penumpukan amonia, di mana amonia (NH_3) ini bersifat racun (*toxic*) dan membahayakan kelangsungan hidup ikan, walaupun setiap jenis ikan memiliki kerahanan yang berbeda-beda. (Wedemeyer, 1996)

II.3.1 Sistem pengangkutan ikan hidup yang telah ada sebelumnya

Dalam sistem transportasi pengiriman ikan hidup pada dasarnya adalah memaksakan menepatkan ikan dalam suatu lingkungan baru yang berlainan dengan lingkungan asalnya dan disertai perubahan-perubahan sifat lingkungan yang sangat mendadak. Terdapat dua macam dalam transportasi pengiriman ikan hidup antara lain dengan transportasi sistem basah dan sistem kering.

II.3.1.1 Transportasi sistem basah

Transportasi sistem basah merupakan pengiriman ikan hidup secara tertutup maupun terbuka yang berisi air laut atau air tawar di mana sistem tertutup harus disuplai oksigen sesuai dengan kebutuhan selama pengiriman sedangkan dalam sistem terbuka diperlukan suplai oksigen secara terus menerus dan perlu dilakukannya aerasi selama perjalanan.

1. Pengangkutan sistem terbuka

Sistem ini biasanya digunakan untuk pengangkutan melalui jalur darat dan jarak yang akan ditempuh relatif dekat. Wadah yang digunakan bervariasi, mulai dari

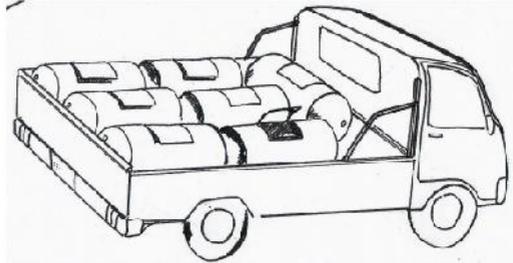
yang sederhana atau bekas pengemasan bahan kimia, seperti ember, jurigen plastik, drum/tong plastik hingga yang didesain khusus untuk pengangkutan, seperti kemplung dan bak fiber glass. Sifat wadah ini umumnya kokoh dan kuat.

Pada pengangkutan ini, sumber oksigen untuk pernafasan ikan sebagian besar adalah oksigen yang terlarut dalam air, yang merupakan hasil diffusi dari udara pada tekanan udara yang normal. Pada sistim ini perbandingan volume air dengan berat ikan relatif lebih besar dibanding sistem tertutup. Untuk pengangkutan ikan selama 5 jam, paling tidak 5 liter air diperlukan untuk mengangkut 1 kg ikan. Makin lama waktu angkut makin tinggi perbandingan volume air dengan berat ikan.

Untuk mengurangi volume air atau untuk meningkatkan lama pengangkutan maka pada sistem terbuka dilakukan upaya-upaya menghambat laju metabolisme dan mencukupi oksigen selama pengangkutan. Upaya menghambat laju metabolisme dilakukan dengan menjaga agar suhu air selama pengangkutan rendah, yaitu dengan melaksanakan pengangkutan itu pada pagi/malam hari atau menambahkan es ke dalam wadah angkut. Sedangkan upaya mencukupi oksigen selama pengangkutan dilakukan dengan cara :

- a. Melakukan upaya untuk meningkatkan daya diffusi oksigen ke dalam air. Cara sederhana yang dilakukan adalah dengan memuncratkan air dengan tangan. Pada cara pengangkutan yang lebih modern adalah dengan memasang aerator.
- b. Berhenti pada setiap selang waktu tertentu untuk mengganti air. Dengan penggantian air ini, air yang sudah berkurang oksigennya diganti dengan air

yang berkualitas lebih baik. Cara ini sekaligus berfungsi membuang kotoran ikan atau amoniak yang meningkat konsentrasinya selama masa pengangkutan, sehingga ikan terhindar dari keracunan gas amonia.



Gambar 2.7 Pengangkutan sistem terbuka
Sumber : Modul pemanenan dan pengangkutan ikan

2. Pengangkutan sistem tertutup

Pada sistem tertutup, di dalam wadah angkut dimasukkan oksigen murni dengan tekanan udara lebih tinggi dibanding di luar wadah. Hal ini menyebabkan konsentrasi dan kelarutan oksigen di dalam media air cukup tinggi, sehingga perbandingan volume air dengan berat ikan pada sistem tertutup lebih tinggi dibanding sistem terbuka, yang berarti dapat mengurangi ongkos angkut per kg ikan.

Bahan utama dalam pengemasan ikan untuk pengangkutan sistem tertutup adalah kantung plastik dan oksigen. Kantung plastik tersedia di pasaran dengan berbagai ukuran. Tetapi yang banyak digunakan untuk pengangkutan dalam jumlah banyak adalah plastik dengan ukuran lebar 60 cm. Untuk keperluan pengemasan, satu kantung plastik diperoleh dengan memotong gulungan plastic sepanjang 80-100 cm. Untuk membentuk kantung, ujung plastik dilipat dan diikat dengan karet.

Untuk pengangkutan selama 5 jam, pada saat pengemasan kantung plastik diisi air sebanyak 15 liter air dan 10 kg ikan sisanya gas oksigen. Selain bahan standar tersebut, untuk meningkatkan lama pengangkutan atau jarak pengangkutan, dapat pula digunakan alat dan bahan lain diantaranya adalah :

a. *Box styrofoam*

Box ini dapat dibeli di pasaran buatan pabrik, atau dibuat sendiri menggunakan bahan lempengan *styrofoam*. Dengan memasukkan kemasan kantung plastik ke dalam kotak ini maka suhu air di dalam kantung bisa terlindungi dari pengaruh suhu diluar kotak (bisa dipertahankan dingin).

b. Es

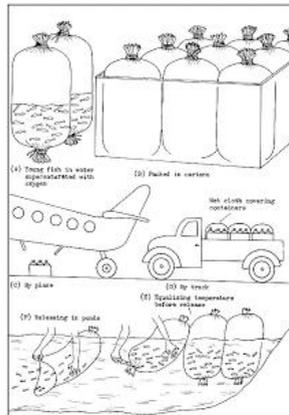
Es digunakan untuk menjaga agar suhu air di dalam wadah pengangkutan tetap dingin. Es digunakan pada pengangkutan yang menggunakan *styrofoam*, yakni diletakkan di dalam *styrofoam*, diantara wadah angkut dengan dinding *styrofoam*. Biasanya es dimasukkan ke dalam kantung plastik agar ketika cair tidak meleleh ke mana-mana.

c. Na_2HPO_4

Bahan kimia ini digunakan untuk mengatasi penurunan pH selama pengangkutan berlangsung. Dosis yang digunakan 1,28 gram per liter.

d. Zeolit

Zeolit dapat mengatasi peningkatan kandungan ammonia selama pengangkutan.



Gambar 2.8 Pengangkutan sistem tertutup
 Sumber : <http://iwak-cucut.blogspot.co.id/>

II.3.1.2 Transportasi sistem kering

Transportasi sistem kering merupakan sistem pengiriman yang biasanya menggunakan teknik pembiusan pada ikan (imotilisasi) terlebih dahulu sebelum dikemas dalam media tanpa air sehingga dalam kondisi tenang (respirasi) dan metabolisme ikan yang rendah.

Penggunaan transportasi sistem kering dirasakan merupakan cara yang efektif meskipun resiko mortalitasnya cukup besar. Untuk menurunkan aktivitas biologis ikan (pemingsanan ikan) dapat dilakukan dengan menggunakan suhu rendah, menggunakan bahan metabolik atau anestetik, dan arus listrik.

Pada kemasan tanpa air, suhu diatur sedemikian rupa sehingga kecepatan metabolisme ikan berada dalam taraf metabolisme basal, karena pada taraf tersebut, oksigen yang dikonsumsi ikan sangat sedikit sekedar untuk mempertahankan hidup saja. Secara anatomi, pada saat ikan dalam keadaan tanpa air, tutup insangnya masih

mangandung air sehingga melalui lapisan inilah oksigen masih diserap.

Kondisi pingsan merupakan kondisi tidak sadar yang dihasilkan dari sistem saraf pusat yang mengakibatkan turunnya kepekaan terhadap rangsangan dari luar dan rendahnya respon gerak dari rangsangan tersebut. Pingsan atau mati rasa pada ikan berarti sistem saraf kurang berfungsi. Pemingsanan ikan dapat dilakukan dengan tiga cara yaitu sebagai berikut :

a. Pemingsanan dengan penggunaan suhu rendah .

Metode ini dapat dilakukan dengan dua cara yaitu :

- penurunan suhu secara langsung, di mana ikan langsung dimasukan dalam air yang bersuhu $10^0 - 15^0\text{C}$. Sehingga ikan akan pingsan.
- Penurunan suhu secara bertahap, di mana suhu air sebagai media ikan diturunkan secara bertahap sampai ikan pingsan.

b. Pemingsanan ikan dengan bahan anestasi (bahan pembius)

Bahan anestasi yang dapat digunakan untuk pembiusan ikan adalah :

Tabel 2.1 Bahan anestasi yang dapat digunakan untuk pembiusan ikan

No	BAHAN	DOSIS
1	MS-222	0.05 mg / l
2	Novacaine	50 mg / kg berat ikan
3	Barbitas sodium	50 mg / kg berat ikan
4	Ammobarbital sodium	85 mg / kg berat ikan
5	Methyl paraphynol (dormisol)	30 mg / l
6	Tertiary amyl alcohol	30 mg / l
7	Choral hydrate	3-3.5 g lt

No	BAHAN	DOSIS
8	Urethane	100 mg / l
9	Hydroksi quinaldine	1 mg / l
10	Thiouracil	10 mg / l
11	Quinaldine	0.025 mg / l
12	2-Thenoxy ethanol	30 – 40 ml / 100 lt
13	Sodium ammital	– 172 mg / l

Sumber: Pengangkutan ikan hidup,UGM

Pembiusan ikan dikatakan berhasil bila memenuhi tiga kriteria, yaitu :

- Induksi bahan pembius dalam tubuh ikan terjadi dalam waktu tiga menit atau kurang, sehingga ikan lebih mudah ditangani.
- Kepulihan ikan sampai gerakan renang kembali normal membutuhkan waktu kurang dari 10 menit.
- Tidak ditemukan adanya kematian ikan selama 15 menit setelah pembongkaran



Gambar 2.9 Pemingsanan ikan dengan bahan anestasi

Sumber : www.3.bp.blogspot.com

c. Pemingsanan Ikan dengan Arus Listrik

Arus listrik yang aman digunakan untuk pemingsanan ikan adalah yang mempunyai daya 12

volt, karena pada 12 Volt ikan mengalami keadaan pingsan lebih cepat dan tingkat kesadaran setelah pingsan juga cepat.

II.3.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi pengangkutan ikan hidup

Pengangkutan ikan hampir sama halnya dengan memelihara ikan, namun perbedaannya di wadah. Untuk memelihara ikan wadah atau tempat yang dibutuhkan adalah wadah yang diam namun untuk pengangkutan ikan hidup wadah tersebut bergerak. Untuk menentukan alat pengangkutan sangat tergantung dari karakteristik dan sifat-sifat hidup ikan, terutama segala sesuatu yang berhubungan dengan pernapasannya. Apabila alat pernapasan ikan selama pengangkutan terganggu maka hal tersebut dapat menyebabkan kematian total. Oleh sebab itu ada beberapa faktor yang berpengaruh dalam keberhasilan pengangkutan ikan hidup, antara lain sebagai berikut:

1. Kualitas ikan

Kualitas ikan yang ditransportasikan harus dalam keadaan sehat dan baik. Ikan yang kualitasnya rendah memiliki tingkat kematian yang lebih tinggi dalam waktu pengangkutan yang lebih lama dibandingkan dengan ikan yang kondisinya sehat.

2. Oksigen

Persediaan tingkat oksigen yang memadai termasuk salah satu faktor yang paling penting dalam proses pengangkutan ikan. Kadar oksigen terlarut di air bervariasi, tergantung pada suhu, salinitas, turbulensi air, dan tekanan atmosfer. Kebutuhan oksigen sangat dipengaruhi oleh suhu dan bervariasi antar organisme. Pergerakan air dan adanya organisme fototrof (Organisme yang melakukan proses fotosintesis) seperti fitoplankton

akan memperbesar kadar oksigen di dalam air. Sebaran horizontal fitoplankton umumnya tidak tersebar merata melainkan hidup secara berkelompok. Pengelompokan fitoplankton secara garis besar dibedakan atas pengaruh fisik dan pengaruh biologi. Pengaruh fisik dapat disebabkan oleh turbulensi atau adveksi (pergerakan massa air yang besar yang mengandung plankton di dalamnya). Sedangkan pengaruh biologi terjadi apabila terdapat perbedaan pertumbuhan antara laju pertumbuhan fitoplankton dan kecepatan difusi untuk menjauhi kelompoknya. Sebaran vertikal ditandai dengan berkumpulnya fitoplankton di zona dengan intensitas cahaya yang masih memungkinkan terjadinya fotosintesis.

Kemampuan ikan untuk menggunakan oksigen tergantung dari tingkat toleransi ikan terhadap perubahan lingkungan, suhu air, pH, konsentrasi CO_2 dan hasil metabolisme seperti amoniak. Biasanya dasar yang digunakan untuk mengukur konsumsi O_2 oleh ikan selama transportasi adalah berat ikan dan suhu air. Jumlah O_2 yang dikonsumsi ikan selalu tergantung pada jumlah oksigen yang tersedia. Jika kandungan O_2 meningkat ikan akan mengkonsumsi O_2 pada kondisi stabil dan ketika kadar O_2 menurun konsumsi O_2 oleh ikan lebih rendah dibandingkan konsumsi pada kondisi kadar O_2 yang tinggi. Pada pengangkutan ikan hidup dibutuhkan kandungan oksigen yang terlarut dalam air adalah harus melebihi 3,5 ppm.

Ketika kepadatan ikan tinggi ataupun waktu pengangkutan lebih lama maka ikan yang mati tetap bersaing dengan ikan yang hidup untuk mendapatkan oksigen. Ikan-ikan tersebut meningkatkan multiplikasi bakteri hingga memerlukan oksigen yang banyak. Hal ini juga dapat menghasilkan metabolit beracun. Lendir yang dihasilkan oleh ikan dapat menghasilkan pertumbuhan

bakteri sehingga mengakibatkan penurunan kadar oksigen dalam air.

3. Suhu

Suhu merupakan faktor yang penting dalam transportasi ikan. Suhu optimum untuk transportasi ikan adalah $6 - 8^{\circ}\text{C}$ untuk ikan yang hidup di daerah dingin dan suhu $15 - 20^{\circ}$ 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, untuk menanggulangnya dapat digunakan larutan bufer untuk menstabilkan pH air selama transportasi ikan.

Karbondioksida ini merupakan senyawa yang diproduksi dari hasil respirasi ikan dan merupakan racun yang potensial bagi ikan. Karbon-dioksida akan mempengaruhi keasaman air sehingga menurunkan pH air. Tingginya kandungan karbon-dioksida dibarengi dengan turunnya pH akan lebih berbahaya terhadap kelangsungan hidup ikan. Dalam air pemeliharaan, oksigen terlarut tanpa batas sehingga ikan berada dalam keadaan rileks dan hanya mengonsumsi dan memerlukan oksigen pada tingkat minimal. Namun sebaiknya bila ikan dalam keadaan ditransportasikan akan menjadikan stress akibat guncangan sehingga ikan memerlukan oksigen maksimal.

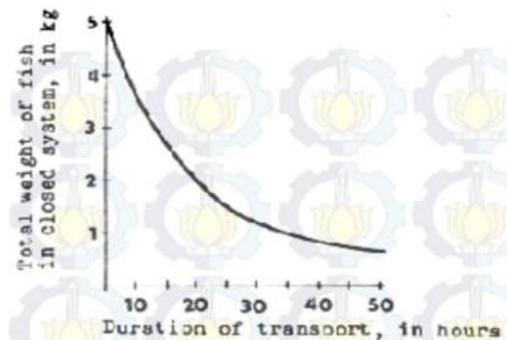
Amoniak merupakan anorganik nitrogen yang berasal dari ekskresi organisme perairan, permukaan, penguraian senyawa nitrogen oleh bakteri pengurai, serta limbah industri atau rumah tangga. Amoniak pada ikan

menumpuk karena metabolisme protein dari ikan dan bakteri limbah dalam transportasi. Penurunan laju metabolisme ikan dapat dilakukan dengan menurunkan suhu air sehingga dapat mengurangi aktifitas ikan.

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. Ikan yang berukuran kecil jumlahnya lebih banyak dari ikan besar.

Kepadatan juga sangat tergantung dari lamanya pengangkutan. Ikan yang diangkut dalam waktu yang lama kepadatannya harus lebih rendah, dibandingkan ikan yang diangkut dalam waktu yang singkat. Ini sangat tergantung dari ketersediaan oksigen selama pengangkutan. Ikan-ikan lebih besar, seperti induk ikan dapat ditrasportasi dengan perbandingan ikan dan air sebesar 1 : 2 sampai 1 : 3, tetapi untuk ikan-ikan kecil perbandingan ini menurun sampai 1 : 100 atau 1 : 200.



Grafik 2.1 Kurva kepadatan ikan

Sumber : Undergraduate Theses Teknik Sistem Perkapalan-ITS

6. Waktu pengangkutan

Waktu pengangkutan ikan juga harus diperhatikan. Karena ikan hidup pada kisaran suhu tertentu. Suhu yang melebihi ambang batas hidupnya bisa berakibat fatal. Demikian juga dengan suhu yang kurang dari ambang batas hidupnya. Namun yang sering terjadi adalah melebihi ambang batas, karena selama pengangkutan suhu akan naik. Menentukan waktu pengangkutan harus tepat. Hal ini berkaitan erat dengan jarak yang akan ditempuh dan lamanya pengangkutan. Selain itu juga berkaitan erat dengan prinsip pengangkutan, yaitu bagaimana menciptakan suasana yang nyaman bagi ikan.

7. Perlakuan ikan sebelum pengangkutan

Perlakuan pada ikan yang akan diangkut juga dapat menentukan kesuksesan dalam menerapkan prinsip pengangkutan ikan, baik sebelum maupun selama 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 yang terlalu jauh sesama ikan yang diangkut. Persaingan itu berupa persaingan dalam memperebutkan tempat, di mana ikan yang besar bisa menyisihkan ikan yang kecil. Keadaan ini bisa menyebabkan ikan kecil mati. Persaingan juga bisa berupa persaingan dalam mendapatkan oksigen, di mana ikan besar dapat menggunakan oksigen lebih banyak dari ikan kecil.

Ikan harus ditreatmen atau disucihamakan terlebih dahulu, yaitu dengan cara merendam dalam obat tertentu, contoh Kalium Pemanganat (PK) dengan dosis tertentu dan dalam waktu tertentu. Tujuan treatmen adalah agar ikan-ikan yang akan diangkut terbebas dari segala penyakit.

II.4 CFD (*Computational Fluid Dynamic*)

CFD (*Computational Fluid Dynamic*) merupakan ilmu sains dalam penentuan penyelesaian numerik dinamika fluida. CFD adalah metode pendekatan ketiga dalam studi dan pengembangan bidang dinamika fluida selain pendekatan teori dan eksperimen murni. CFD melakukan penghitungan, memprediksi dan pendekatan aliran fluida secara numerik dengan bantuan komputer. Aliran fluida dalam kehidupan nyata memiliki banyak sekali jenis dan karakteristik tertentu yang begitu kompleks, CFD melakukan pendekatan dengan metode numerik serta menggunakan persamaan-persamaan fluida. Beberapa keuntungan yang diperoleh dari penggunaan metode CFD antara lain :

- a. Meminimalkan waktu dan biaya dalam mendesain.
- b. Memiliki sistem studi yang dapat mengendalikan percobaan yang sulit atau yang tidak dapat dilakukan dengan eksperimen murni.
- c. Memiliki kemampuan untuk studi di bawah kondisi berbahaya jika dilakukan dengan eksperimen murni.
- d. Tingkat keakuratan akan selalu dikontrol dalam proses desain.

ANSYS merupakan salah satu *software* yang dapat digunakan untuk simulasi CFD. Sebelum data yang ada dapat kita olah dengan simulasi CFD ada beberapa langkah yang harus kita lakukan hingga didapat model yang diinginkan. Adapun untuk mencapai maksud tersebut akan digunakan beberapa *software* lainnya yaitu.

1. Maxsurf

Maxsurf adalah program yang digunakan untuk membuat model (*Lines Plan*) kapal. Pembuatan *Lines Plan* ini merupakan kunci utama suksesnya perancangan desain sebelum model dilakukan analisa. Dasar pembangunan model pada Maxsurf menggunakan *surface* (seperti karpet)

yang dapat ditarik dan dibentangkan sehingga bisa menjadi model yang utuh.

2. AutoCAD

AutoCAD adalah perangkat lunak komputer CAD untuk menggambar 2 dimensi dan 3 dimensi yang dikembangkan oleh Autodesk. Memiliki fungsi yang sama seperti Maxsurf dapat digunakan untuk membuat *lines plan* dan model kapal. AutoCAD juga membantu dalam melakukan perhitungan-perhitungan dan menentukan letak koordinat yang akan digunakan pada *software* CFX. Karena model yang dibuat dalam 3 dimensi maka untuk titik-titik yang diperlukan cukup banyak dan kompleks sehingga *software* ini cukup membantu untuk mengetahuinya.

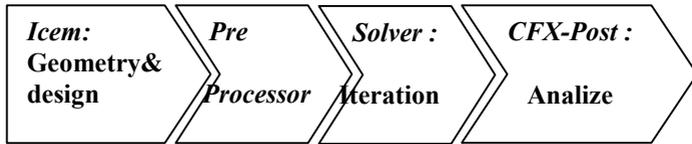
3. Ansys ICEM CFD

Software ini digunakan untuk memberikan *surface* dan berperan dalam proses *meshing*, yang nantinya akan di-*import* ke dalam ANSYS CFX

4. Ansys CFX

Program CFD yang digunakan di sini adalah sebagai alat bantu pemodelan sirkulasi air laut di dalam palka kapal ikan hidup. Dari pemodelan ini nantinya akan diperoleh data yang kemudian akan dianalisa lebih lanjut sehingga hasil akhirnya dapat diketahui desain palka yang sesuai untuk kapal pengangkut ikan hidup. CFD di sini terdiri atas tiga element utama yakni :

- a. *Pre Processor*
- b. *Solver*
- c. *Post Processor*



a. Pre Processor

Tahap ini secara garis besar adalah membuat model dengan tipe / bentuk yang dapat dideskripsi oleh solver, meliputi :

1. Membentuk geometri benda dan daerah sekeliling benda sebagai *domain / boundary* komputasi.
2. Membentuk *Grid Generation* atau membagi *domain* yang telah ditentukan menjadi bagian yang lebih kecil (*subdomain*).
3. Penentuan kondisi – kondisi yang dimiliki maupun dialami oleh model misal: penentuan sifat-sifat fluida, seperti pendefinisian harga kecepatan, temperatur fluida, kondisi permukaan benda dan lain-lain.
4. Penentuan kondisi batas model geometri, lokasi pembuatan kondisi batas harus ditentukan baik pada daerah disekeliling benda maupun pada aliran yang diperhitungkan.
5. Penentuan besar kecilnya atau kekasaran *Grid (Mesh)*. Jumlah *cell / bagian kecil dalam grid (mesh)* menentukan akurasi penyelesaian CFD. Pada umumnya semakin banyak *cell* semakin akurasi penyelesaiannya. Daerah yang memiliki perubahan bentuk yang sangat tajam, biasanya proses *meshing* dilakukan dengan sangat halus, sedang untuk daerah yang lain dilakukan agak kasar.

b. Solver (Penyelesaian Perhitungan)

Solver dibagi menjadi tiga jenis, yaitu *finite difference*, *finite element* dan *finite volume*. Secara umum metode numerik *solver* tersebut terdiri dari langkah-langkah sebagai berikut :

1. Pendeteksian bentuk-bentuk sesuai keperluan untuk *running* dan *meshing*; menjadi *surface*, *edge*, *point* dan *solid*.
2. Pembuatan mesh dan memasukkan label kondisi.
3. Penyelesaian dari persamaan aljabar menggunakan iterasi dan *loop*.

c. Post Processor & Visualisasi

Di sini proses perhitungan secara iterasi kemudian memberikan hasil file yang kemudian dapat ditampilkan dan diolah sesuai dengan item yang ingin dianalisa contoh *velocity*, *pressure*, dll.

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi merupakan uraian mengenai langkah-langkah yang dilakukan dalam suatu penelitian. Metodologi pada penulisan tugas akhir ini mencakup semua kegiatan yang dilakukan untuk memecahkan suatu masalah ataupun proses kegiatan analisa dan evaluasi terhadap permasalahan tugas akhir ini. Metode yang digunakan dalam pengerjaan tugas akhir ini adalah :

III.1 Identifikasi dan Perumusan Masalah

Penulisan tugas akhir ini diawali dengan mengidentifikasi dan merumuskan masalah mengenai pengerjaan yang akan dilakukan beserta batasan masalahnya. Hal ini bertujuan untuk menyederhanakan permasalahan sehingga mempermudah dalam pengerjaan skripsi.

III.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan pengumpulan referensi mengenai pengangkutan ikan hidup, desain lambung dan palka kapal ikan hidup, serta sistem sirkulasi air laut ke dalam palka. Tujuannya adalah untuk memperkuat permasalahan sebagai dasar teori dalam melakukan analisa sehingga hasilnya mampu dipertanggung jawabkan. Literatur yang digunakan bisa didapat dari buku, jurnal, paper, dan tugas akhir.

III.3 Pengumpulan Data

Data yang digunakan pada tugas akhir ini adalah data dimensi utama kapal ikan 60GT dan data dimensi lubang sirkulasi. Data tersebut digunakan sebagai acuan dalam pembuatan desain lambung dan palka kapal pengangkut ikan hidup serta analisa yang akan dilakukan. Data dimensi utama kapal ikan 60GT yang digunakan adalah sebagai berikut :

Nama Kapal : TUNA LONGLINER 60 GT

Dimensi Utama Kapal :

LOA : 20 m
 LWL : 18 m
 LPP : 16,95 m
 B : 4,5 m
 H : 2,24 m
 T : 1,6 m
 Vs : 10 knots
 Endurance : 10 hari

Machinery :

Main Engine :

Merk : YANMAR
Type : 6CX-ETE
Power : 420 HP/314 KW
RPM : 2700 RPM
SFOC : 170 gr/HP.hr

Diesel Generator set :

Power : 2 x 60 KVA
Frekuensi : 50Hz
RPM : 1500RPM

Batteray : 4 x 200AH/24V

III.4 Proses Desain dan Simulasi

Dari data dimensi utama kapal dibuat desain lambung dan palka kapal. Pada ruang palka dilakukan pelubangan di bagian dasar palka di sisi depan dan belakang masing-masing sebanyak delapan lubang. Lubang tersebut digunakan untuk sirkulasi air laut di mana air laut akan masuk dan keluar palka secara alami. Dilakukan variasi diameter lubang sirkulasi palka untuk mendapatkan ukuran yang sesuai. Variasi yang dilakukan adalah sebagai berikut :

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

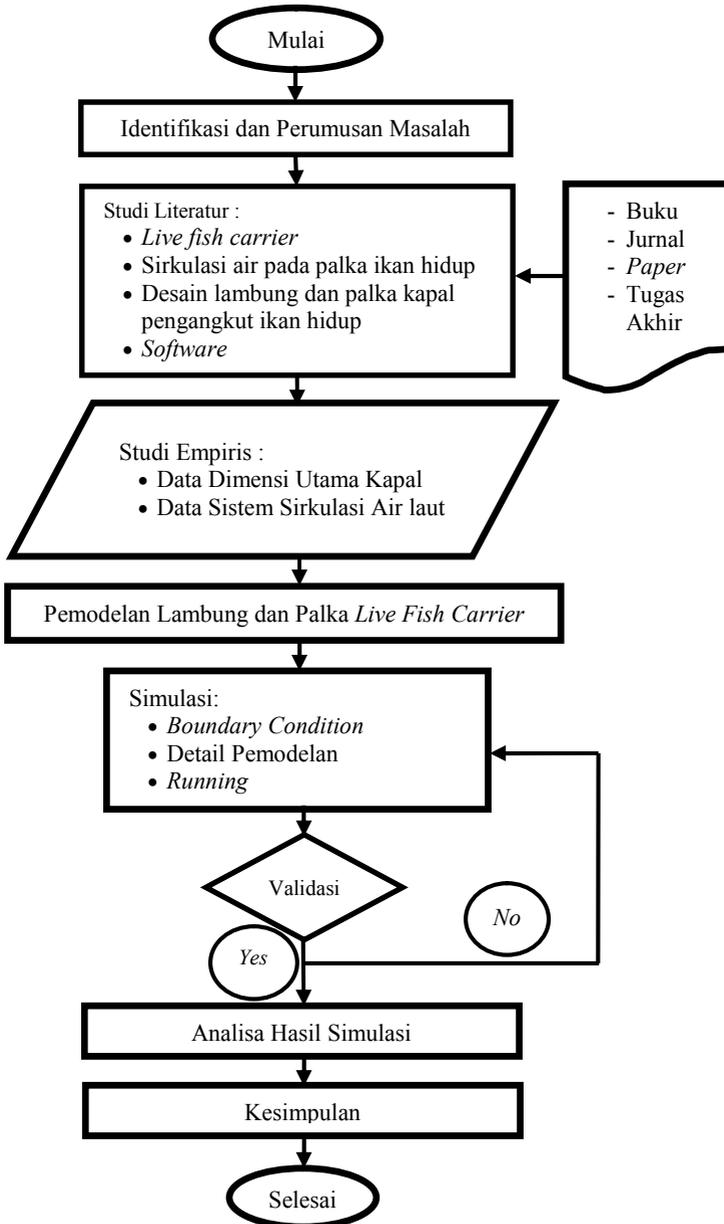
Kemudian dilakukan simulasi dengan menginput data kecepatan dan tekanan sehingga akan didapatkan hasil simulasi berupa karakteristik aliran, kecepatan arus di dalam palka dan data hambatan kapal. Proses desain dan analisa dilakukan dengan menggunakan bantuan *software*.

III.5 Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan yang diharapkan pada tugas akhir ini adalah mampu menjawab permasalahan yang menjadi tujuan dari tugas akhir ini, yaitu bagaimana merancang sirkulasi air laut alami untuk palka ikan hidup. Saran ditulis berdasarkan data hasil pembahasan serta fakta yang ada, dan diberikan untuk perbaikan tugas akhir ini agar menjadi lebih baik.

III.6 Flow Chart Tugas Akhir

Metode yang digunakan pada tugas akhir ini adalah dengan menggunakan metode berbasis simulasi CFD (*Computational Fluid Dynamic*). Dari model lambung dan palka kapal ikan hidup yang telah dibuat dilakukan simulasi. Kemudian dilakukan analisa dari hasil simulasi yang telah dilakukan. Metodologi tugas akhir ini selanjutnya dapat dilihat melalui diagram alur pengerjaan tugas akhir di bawah ini.



Gambar 3.1 *Flow Chart* pengerjaan skripsi

BAB IV

ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

IV.1 Data Kapal

Pada perhitungan perancangan ruang palka kapal ikan hidup diperlukan data-data penunjang berupa data dimensi kapal ikan 60 GT. Berikut data-data kapal :

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
Endurance : 10 hari

Machinery :

Main Engine :

Merk : YANMAR
Type : 6CX-ETE
Power : 420 HP/314 KW
RPM : 2700 RPM
SFOC : 170 gr/HP.hr

Diesel Generator set :

Power : 2 x 60 KVA
Frekuensi : 50Hz
RPM : 1500RPM

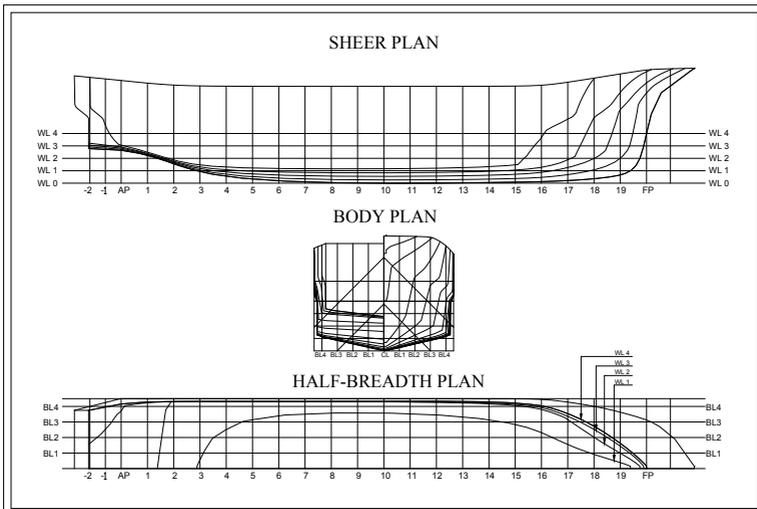
Batteray : 4 x 200AH/24V

Tank Capacity :

FO Tank : 15,5 ton
 Daily FO Tank : 1 ton
 FW Tank : 10 ton
 LO Tank : 0,5 ton
 Sludge Tank : 1 ton
 Bait Tank : 1 ton
 Fish Holds : 25 ton

IV.2 Penggambaran Desain Lambung Kapal

Setelah mengetahui data utama kapal ikan hidup yang akan dirancang, langkah selanjutnya adalah membuat desain lambung kapal menggunakan *software* Maxsurf. Dengan memasukkan data utama kapal pada *software* Maxsurf maka akan didapatkan gambar *lines plan* dan model 3D lambung kapal. Untuk melakukan perubahan atau perbaikan desain lambung kapal dapat dilakukan dengan menarik titik *control point* yang ada pada *lines plan* kapal. Hasil penggambaran *lines plan* dan model 3D lambung kapal dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.1 *Lines plan*



Gambar 4.2 Model 3D kapal

IV.3 Perancangan Ruang Palka

Setelah membuat *lines plan* dan model 3D lambung kapal langkah selanjutnya adalah mendesain ruang palka kapal. Ruang palka kapal akan dilubangi pada bagian dasar atau *baseline* yang akan digunakan sebagai lubang sirkulasi air laut. Oleh karena itu dalam merancang ruang palka perlu diperhatikan daya angkat kapal atau *buoyancy* kapal akibat dari pelubangan yang dilakukan.

Untuk melakukan perhitungan perancangan ruang palka dibutuhkan gambar *lines plan* kapal. Dari *lines plan* kapal akan diketahui luas setiap *waterline* yang berada pada ruang palka. Luasan-luasan tersebut kemudian digunakan untuk mencari volume ruang palka. Setelah itu dilakukan perhitungan terhadap daya angkat kapal atau *buoyancy* kapal. Perhitungan yang dilakukan adalah sebagai berikut :

IV.3.1 Volume ruang palka

Untuk mengatasi daya angkat kapal yang hilang apabila ruang palka dilubangi maka volume ruang palka dibuat sesuai dengan *payload* kapal.

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

➤ Volume palkah kapal dari frame 15-23

Tabel 4.1 *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

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

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

$$\begin{aligned}
 W &= 22,9 \times 1,025 \text{ (}\rho \text{ air laut} = 1,025 \text{ ton/m}^3\text{)} \\
 &= 23,46 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

IV.3.2 *Displacement kapal*

$$\begin{aligned}
 \nabla &= Lwl \times B \times T \times Cb \\
 &= 18 \times 4,34 \times 1,6 \times 0,649 \\
 &= 81,12 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \Delta &= \nabla \times \rho \text{ air laut} \\
 &= 81,12 \times 1,025 \\
 &= 83,15 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Karena pelubang pada palka maka *displacement* kapal berkurang sebesar volume palka yang terisi air laut, yaitu sebesar 23,46 ton. 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 :

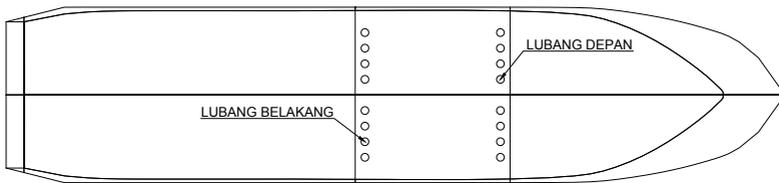
$$\begin{aligned}W \text{ ship} &= \text{LWT} + (\text{DWT-payload}) \\ &= 29,1 + (54,05 - 25) \\ &= 58,15 \text{ ton}\end{aligned}$$

Dari perhitungan di atas dapat dilihat bahwa *displacement* kapal lebih besar dari berat kapal ($59,68 > 58,15$) sehingga gaya angkat kapal mencukupi.

Setelah melakukan perhitungan volume ruang palka langkah selanjutnya adalah membuat model palka dan melakukan pelubangan. Pembuatan model palka dilakukan dengan menggunakan *software* Maxsurf dengan menambah *tranverse plan surface* pada model lambung kapal. Untuk mengetahui koordinat *surface*, dilakukan pengukuran jarak titik *point surface* dari *zero point* model pada *lines plan* kapal. Pengukuran tersebut dilakukan dengan bantuan *software* AutoCad.

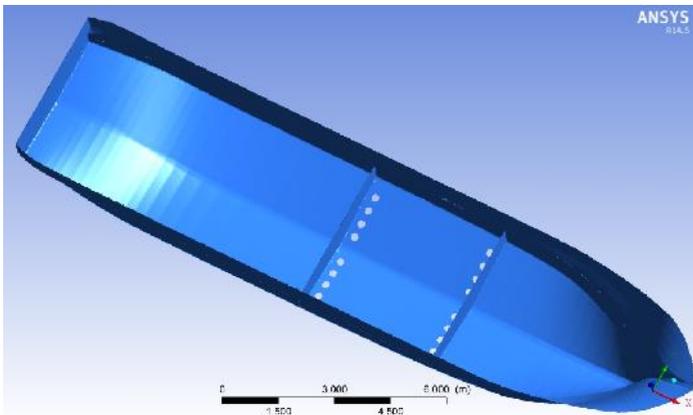
Pelubangan dilakukan pada dasar palka di sisi depan dan belakang palka masing-masing sebanyak delapan lubang. Kemudian dibuat beberapa variasi pada diameter lubang sirkulasi, yaitu sebagai berikut :

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



Gambar 4.3 Pelubangan pada palka

Pelubangan palka dilakukan dengan bantuan *software* Ansys ICEM CFD.



Gambar 4.4 Model palka kapal

IV.4 Simulasi CFD

Setelah melakukan pemodelan lambung dan palka kapal langkah selanjutnya adalah simulasi dengan menggunakan *software* CFD. Simulasi dilakukan dengan menggunakan *software* Ansys. Tahap-tahap pengerjaan simulasi adalah sebagai berikut.

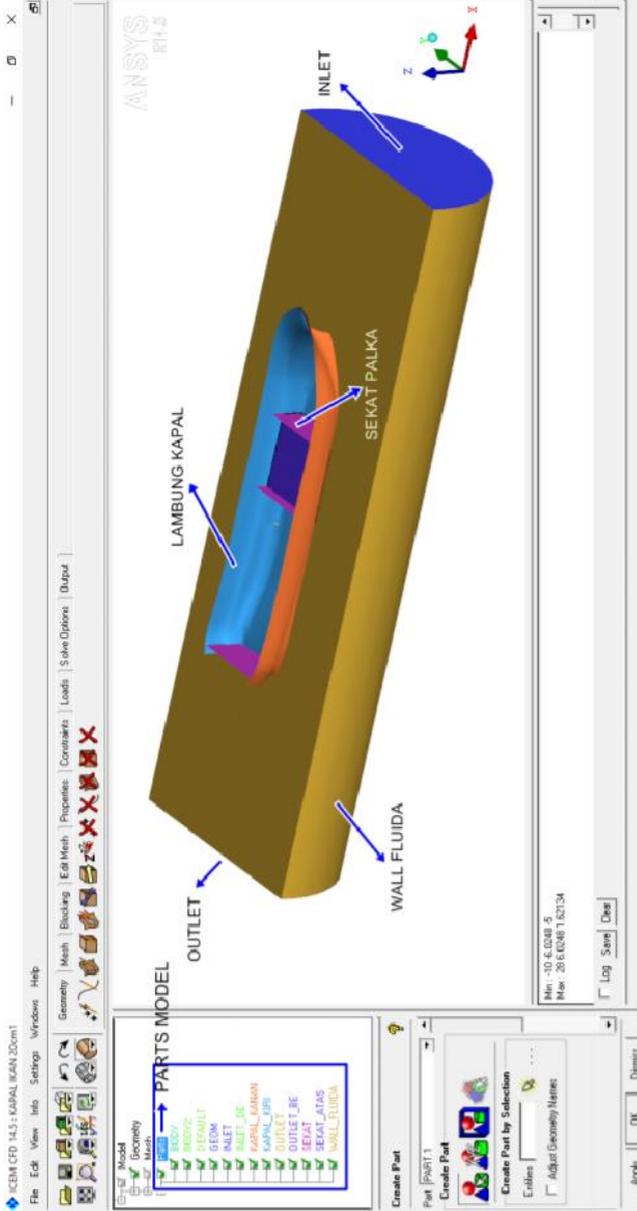
IV.4.1 Pemodelan ICEM CFD

Model yang sudah dibuat di-*import* pada program ICEM CFD untuk dilakukan modifikasi. Setelah itu dilakukan penggambaran beberapa *surface* pada model yang akan digunakan untuk membantu proses simulasi. Diantaranya adalah penggambaran *tunnel* sebagai tempat fluida mengalir. Penggambaran *surface* dilakukan dengan menggunakan menu *geometry*. Model kapal yang sudah dibuat diletakkan di tengah *tunnel*.

Setelah melakukan penggambaran *surface* langkah selanjutnya adalah menentukan bagian-bagian (*Part*) dari model. Bagian-bagian yang dimaksud yaitu *inlet* (tempat fluida masuk), *outlet* (tempat fluida keluar), *opening* (bukaan pada model/pelubangan palka) dan *wall* (dinding batas di mana fluida mengalir). Penentuan bagian-bagian tersebut dilakukan untuk mempermudah pengidentifikasian *surface* pada tahap simulasi (*CFX Pre*).

Setelah itu dilakukan penentuan *body* pada model. *Body* merupakan daerah tertutup pada model yang akan digunakan pada tahap simulasi (*CFX Pre*) atau dapat disebut juga daerah batas fluida di mana fluida tersebut berada dan bekerja. Pada model kapal ini dibuat dua *body*. Yang pertama diletakkan pada bagian tengah *tunnel* sedangkan yang kedua diletakkan di dalam palka.

Langkah terakhir adalah proses *meshing*. Sebelum proses *meshing* dimulai, pertama-tama tentukan ukuran *meshing* pada *mesh setup*. Semakin kecil ukurannya semakin detail hasil *meshing* model. Agar terbaca pada program *CFX-Pre*, *export* hasil *meshing* ke dalam file IGES. Hasil dari pemodelan ICEM CFD dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.5 Pemodelan ICEM CFD

IV.4.2 Simulasi menggunakan Ansys CFX

Setelah melakukan pemodelan pada ICEM CFD, langkah selanjutnya adalah simulasi menggunakan *software* Ansys CFX. Langkah-langkah pengerjaan simulasi model adalah sebagai berikut.

- a) Model yang sudah di-*meshing* di-*import* pada program *CFX-Pre*.
- b) Tahap *Pre Processor*, Pembentukan benda dan daerah disekeliling benda sebagai *domain* komputasi. Tentukan tipe *domain* yang akan digunakan. Terdapat beberapa pilihan *domain type* antara lain *fluid domain*, *solid domain*, *porous domain* dan *immersed solid*. Pada simulasi ini digunakan tipe *fluid domain*. Kemudian tentukan fluida kerja yang akan digunakan. Pada simulasi ini digunakan dua *domain*, yaitu pada bagian palka dan *tunnel* fluida. Pembagian *domain* dapat dilihat pada gambar 4.6.
- c) Pembentukan *grid generation* atau membagi *domain* menjadi bagian yang lebih kecil. Kemudian dilakukan penentuan parameter yang diperlukan pada setiap bagian. Beberapa *boundary* yang dibuat pada simulasi ini adalah sebagai berikut.

➤ *Inlet*

Inlet merupakan tempat di mana fluida memasuki *domain*. *Inlet* terletak pada *domain tunnel* fluida. Parameter yang digunakan pada sisi *inlet* adalah kecepatan. *Boundary inlet* dapat dilihat pada gambar 4.7.

➤ *Outlet*

Outlet merupakan tempat di mana fluida keluar dari *domain*. *Outlet* terletak pada *domain tunnel* fluida. Parameter yang digunakan pada sisi *outlet*

adalah kecepatan. *Boundary outlet* dapat dilihat pada gambar 4.7.

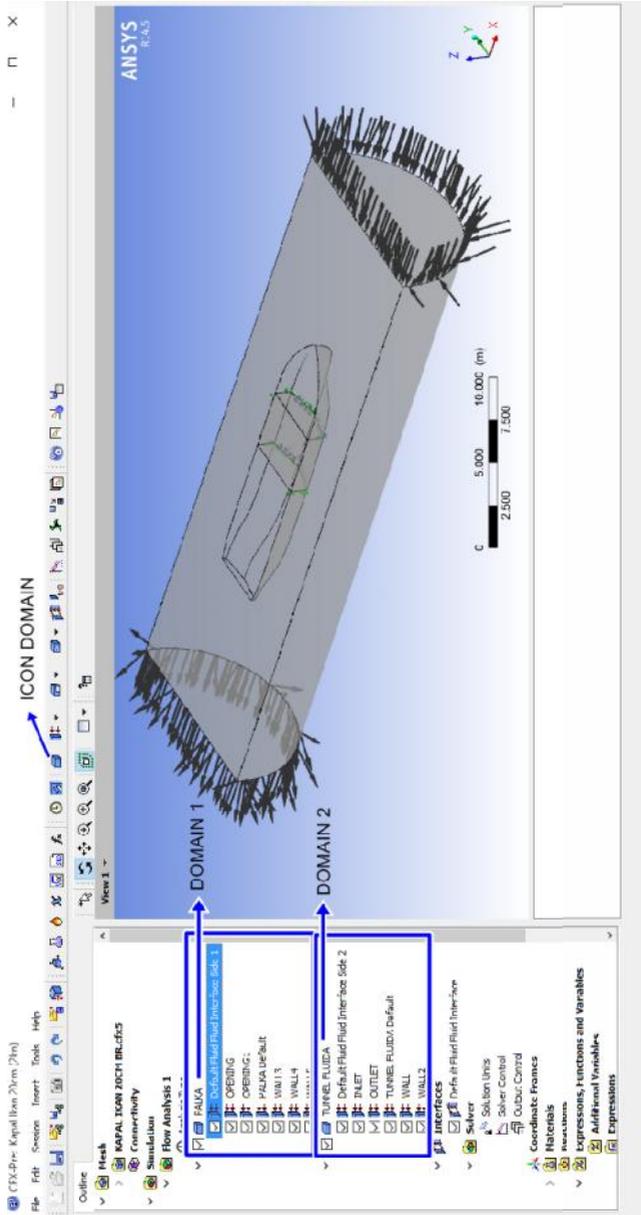
➤ *Wall*

Wall merupakan dinding pembatas fluida kerja yang dikondisikan pada model percobaan. Parameter yang digunakan pada *wall* adalah *no slip* yang artinya tidak terdapat gesekan apabila dilewati fluida kerja. *Boundary wall* dapat dilihat pada gambar 4.8.

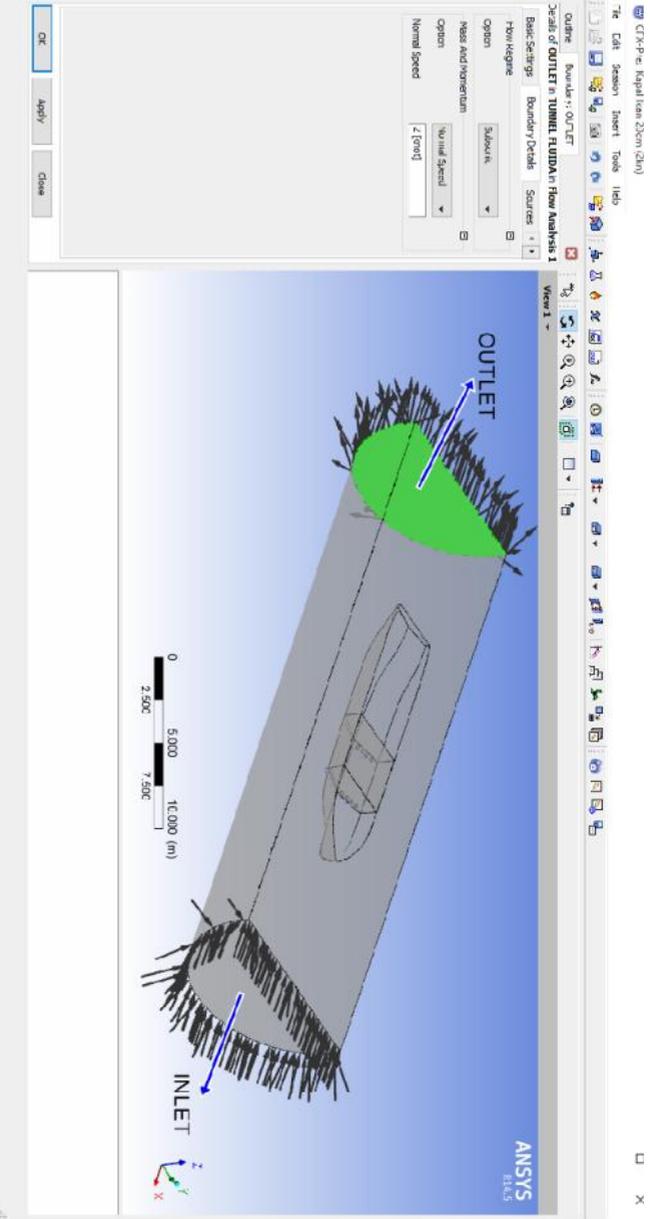
➤ *Opening*

Opening merupakan bukaan pada *domain*. Pada model yang dimaksud *opening* adalah pelubangan pada palka. Parameter yang digunakan pada sisi *opening* adalah tekanan. *Boundary opening* dapat dilihat pada gambar 4.9.

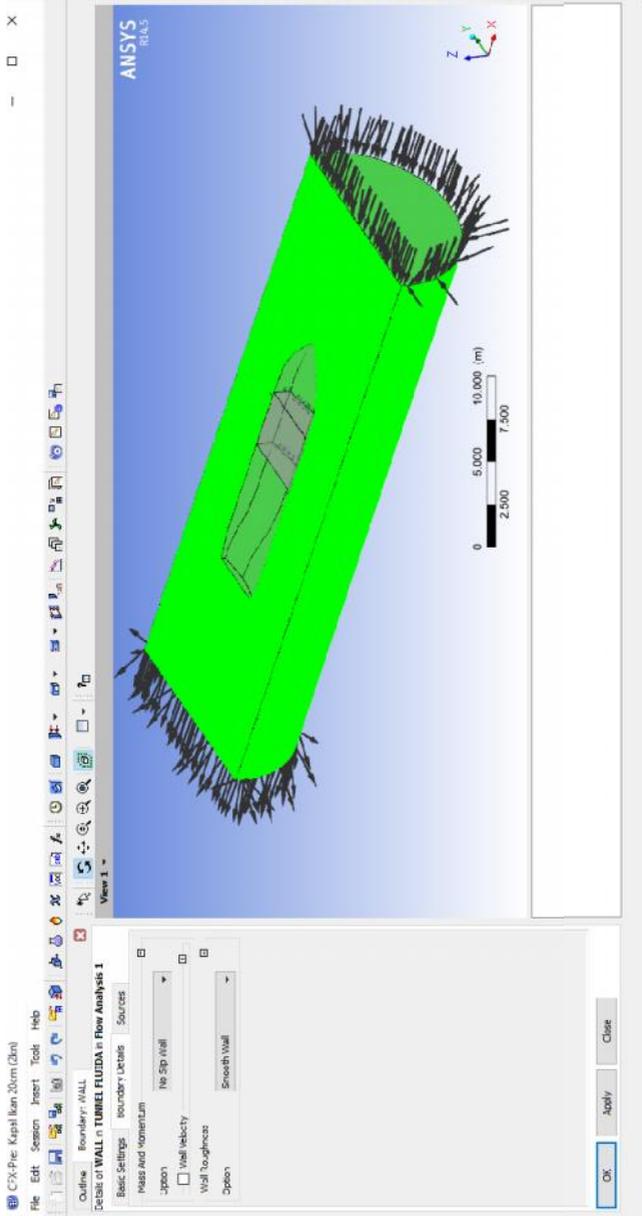
- d) Setelah tahap *Pre Processor* selesai, dilanjutkan dengan proses perhitungan (*running*) pada *solver manager*. *Solver* ini bertujuan untuk melakukan proses pengolahan data dengan perhitungan numerik komputer dari semua parameter-parameter yang telah ditentukan. Sebelum proses *running* dimulai perlu dilakukan pengaturan pada *maximum iteration*. Iterasi digunakan untuk memperoleh konvergensi, yaitu kesesuaian (*matching*) antara input simulasi. Semakin kecil selisih konvergensi maka hasil yang diperoleh semakin akurat. Tahap *solver manager* dapat dilihat pada gambar 4.10.
- e) Setelah tahap *solver manager* selesai, pengambilan data dapat diambil pada tahap *post processor*. Tahap *post* ini bertujuan untuk menampilkan hasil pengolahan data yang telah dilakukan pada proses *solver*. Hasil yang diperoleh dapat berupa data numerik maupun data visual. Tahap *post processor* dapat dilihat pada gambar 4.11.



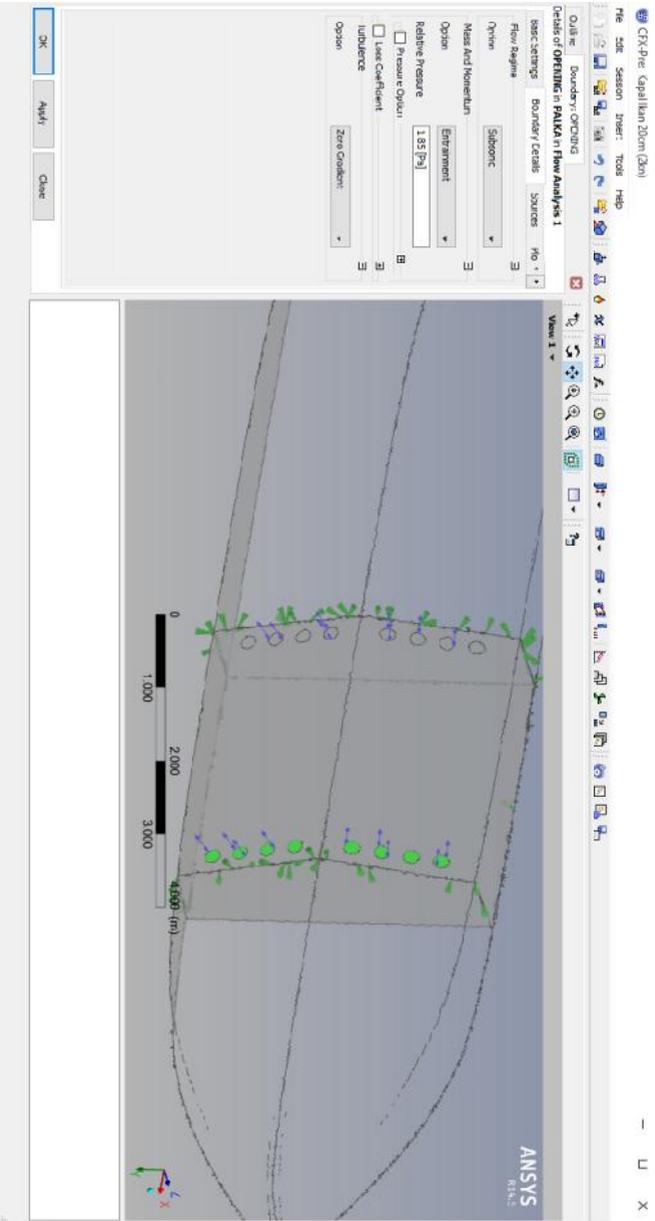
Gambar 4.6 Domain



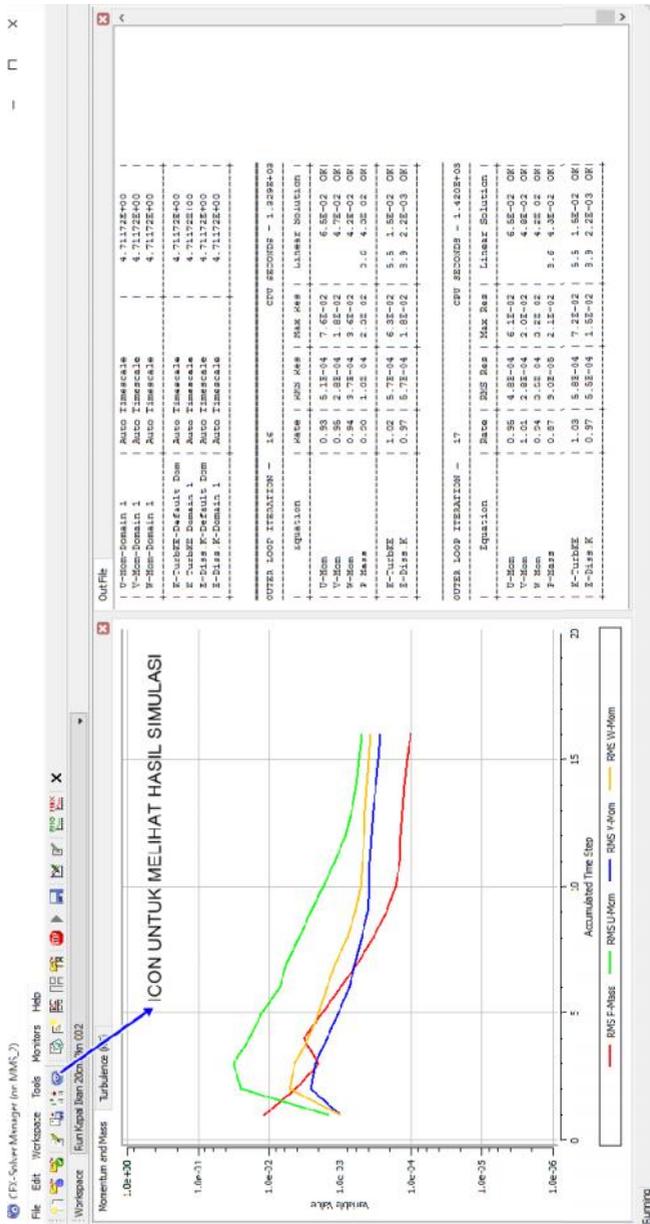
Gambar 4.7 *Inlet dan Outlet*



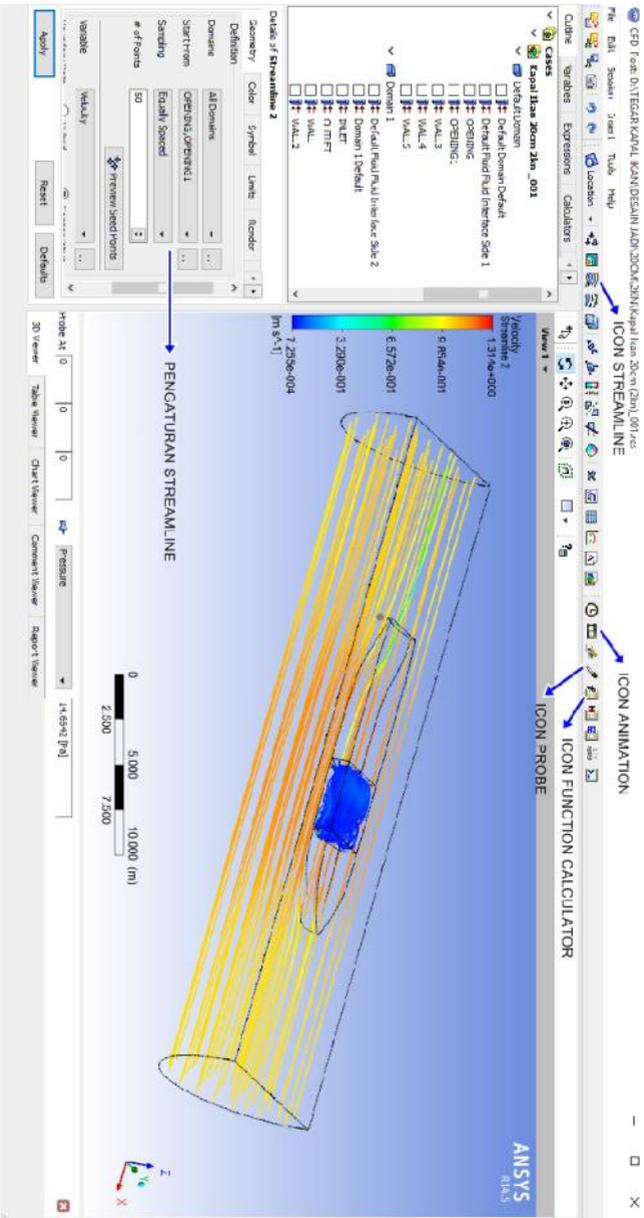
Gambar 4.8 *Wall*



Gambar 4.9 Opening



Gambar 4.10 CFX-Solver Manager



Gambar 4.11 CFD Post

Simulasi dilakukan pada tiga variasi pelubangan palka yang telah ditentukan sebelumnya. Kemudian dari masing-masing variasi pelubangan dilakukan beberapa variasi kecepatan, yaitu 2 knot, 4 knot, 5 knot, 6 knot, 8 knot dan 10 knot sesuai dengan kecepatan kapal. Dari hasil simulasi kemudian diambil beberapa data untuk dilakukan analisa lebih lanjut.

IV.5 Data Hasil Simulasi CFD

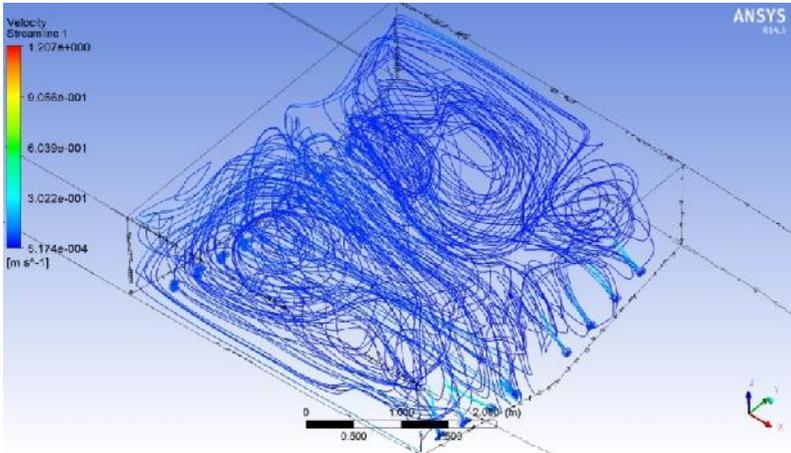
Dari simulasi yang telah dilakukan dapat diambil beberapa data penunjang untuk dilakukan analisa lebih lanjut. Data diambil pada tahap *post processor* yang merupakan tahap akhir dari simulasi. Data yang diambil berupa data numerik dan data visual. Beberapa data yang diambil adalah sebagai berikut.

IV.5.1 Karakteristik aliran fluida di dalam palka

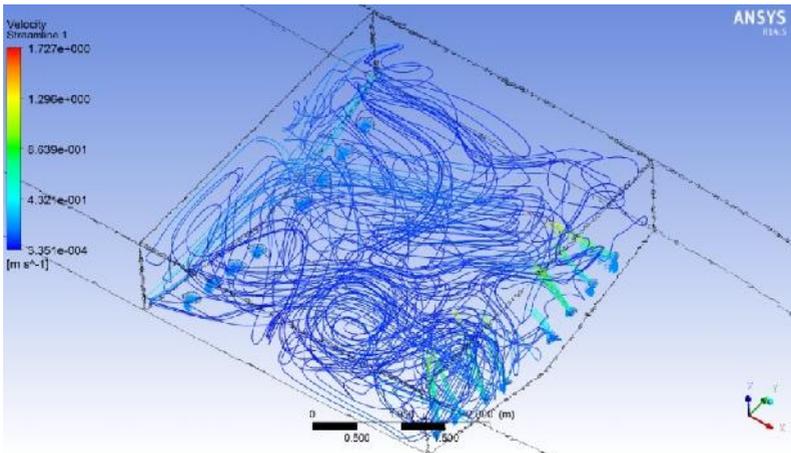
Untuk mengetahui karakteristik aliran fluida digunakan fungsi *streamline* pada program *CFD Post*. Menu *streamline* ini akan menampilkan garis-garis aliran fluida pada suatu *domain*. Untuk mengaktifkan fungsi *streamline* pilih menu *Insert* lalu pilih *Streamline*. Lakukan beberapa pengaturan pada kotak dialog *streamline*. Pada bagian *Start From*, pilih *surface* di mana aliran fluida dimulai. Untuk aliran fluida pada palka pilih *surface opening* (pelubangan palka) sebagai titik awal aliran fluida dimulai. Kemudian pada bagian *Max Points*, tentukan berapa *point* dari aliran fluida yang akan ditampilkan. Semakin banyak *point* maka tampilan aliran fluida akan semakin rapat.

Tentukan variabel yang akan ditampilkan dengan memilih beberapa variabel yang telah disediakan pada bagian *variable*. Direkomendasikan menggunakan variabel *velocity*. Pilih arah dari aliran fluida pada bagian *direction*. Beberapa pilihan aliran fluida yang tersedia antara lain *Forward* (fluida mengalir pada arah positif dari titik awal), *Backward* (fluida mengalir pada arah negatif dari titik awal)

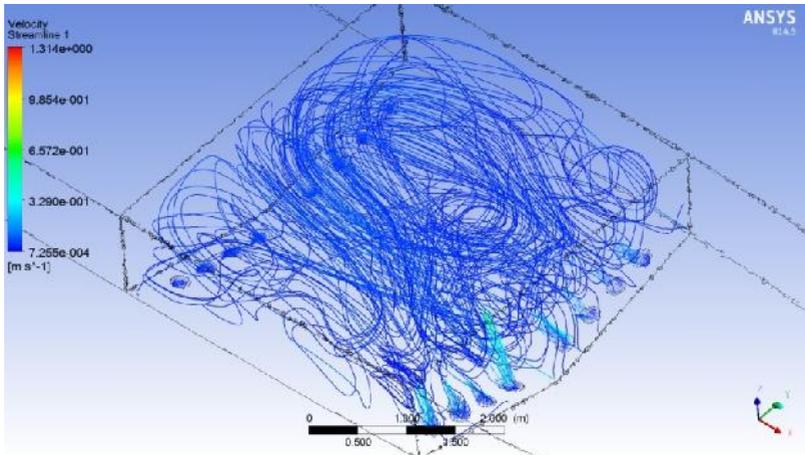
dan. *Forward and Backward* (fluida mengalir pada arah positif dan negatif dari titik awal). Kemudian pilih *apply* untuk menampilkan aliran fluida. Hasil dari aliran fluida di dalam palka dapat dilihat pada gambar di bawah ini.



Gambar 4.12 Aliran fluida di dalam palka dengan variasi diameter lubang depan dan belakang 10cm



Gambar 4.13 Aliran fluida di dalam palka dengan variasi diameter lubang depan 10cm dan belakang 20cm



Gambar 4.14 Aliran fluida di dalam palka dengan variasi diameter lubang depan dan belakang 20cm

Gambar di atas merupakan beberapa contoh simulasi aliran fluida di dalam palka pada ketiga variasi pelubangan dengan kecepatan kapal 2 knot. Untuk gambar hasil simulasi yang lain dapat dilihat pada bagian lampiran. Dari data visual hasil simulasi aliran fluida di dalam palka dapat dilihat bahwa aliran fluida yang terjadi adalah aliran turbulen.

Pada pembahasan sebelumnya dijelaskan bahwa kadar oksigen terlarut dalam air salah satunya tergantung pada turbelensi. Pergerakan air dan adanya organisme fototrof (Organisme yang melakukan proses fotosintesis) 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. Oksigen sangat penting untuk meminimalisir penumpukan amonia, di mana amonia (NH_3) ini bersifat racun (*toxic*) dan membahayakan kelangsungan hidup ikan.

IV.5.2 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*. Untuk mengaktifkan *probe* pilih menu *tools* kemudian pilih *probe*. Pilih variabel data yang akan diambil pada kotak dialog *variable*. Pada pengambilan data kecepatan arus digunakan variabel *velocity*. Kemudian masukkan koordinat *x*, *y* dan *z* untuk mendapatkan data pada titik tertentu dalam sebuah *domain*. Titik pengukuran kecepatan arus diletakkan di bagian tengah palka. Data hasil pengukuran kecepatan arus di dalam palka dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.2 Kecepatan arus di dalam palka dengan variasi diameter lubang depan dan belakang 10cm

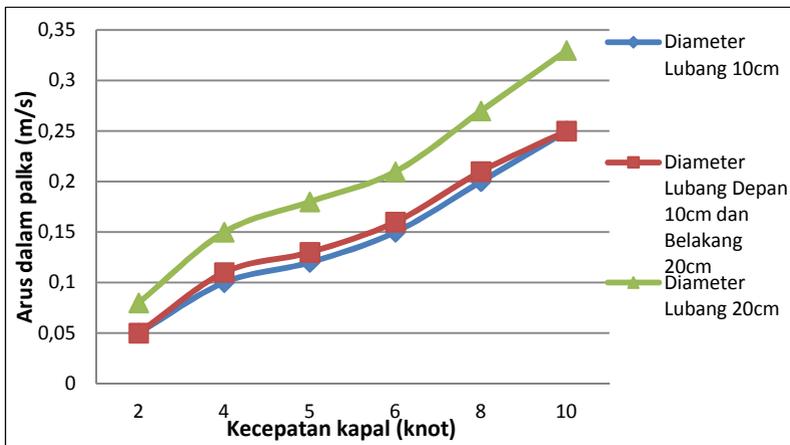
Kecepatan Kapal (knot)	Kecepatan Arus (m/s)
2	0,05
4	0,1
5	0,12
6	0,15
8	0,2
10	0,25

Tabel 4.3 Kecepatan arus di dalam palka dengan variasi diameter lubang depan 10cm dan belakang 20cm

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 4.4 Kecepatan arus di dalam palka dengan variasi diameter lubang depan dan belakang 20cm

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 4.1 Kecepatan arus di dalam palka

Dari data di atas dapat dilihat bahwa kecepatan arus di dalam palka pada semua variasi pelubangan memiliki rentang 0,05 m/s – 0,33 m/s. Pada pembahasan sebelumnya dijelaskan bahwa 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 untuk budidaya ikan kerapu.

Namun pada variasi pelubangan 1 (diameter lubang depan dan belakang 10cm) dan 2 (diameter lubang depan

10cm dan belakang 20cm) kecepatan arus di dalam palka pada kecepatan kapal di bawah 6 knot berada di bawah batas minimal kecepatan arus yang disyaratkan. Sedangkan pada variasi pelubangan 3 (diameter lubang depan dan belakang 20cm) hanya pada kecepatan kapal 2 knot yang menghasilkan kecepatan arus di dalam palka di bawah batas minimal kecepatan arus yang disyaratkan.

IV.5.3 Hambatan kapal

Data hambatan kapal didapat dengan menggunakan *function calculator* pada program *CFD Post*. *Function calculator* berfungsi untuk menyediakan informasi kuantitatif dari hasil perhitungan suatu variable. Hambatan kapal merupakan nilai gaya (*force*) pada sumbu x (*x Axis*) pada *function calculator*. Untuk mengaktifkan *function calculator* pilih menu *tools* kemudian pilih *function calculator*. Pilih fungsi yang akan digunakan pada kotak dialog *function*. Untuk pengukuran hambatan digunakan fungsi *force*. Tentukan lokasi pengukuran pada kotak dialog *location*. Pilih *surface* lambung kapal sebagai lokasi pengukuran hambatan. Kemudian pada kotak dialog *axis* pilih sumbu x. Untuk menampilkan hasil pilih *calculate*. Data hasil pengukuran hambatan kapal dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 4.5 Hambatan kapal sebelum dilakukan pelubangan palka

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 4.6 Hambatan kapal dengan variasi diameter lubang depan dan belakang 10cm

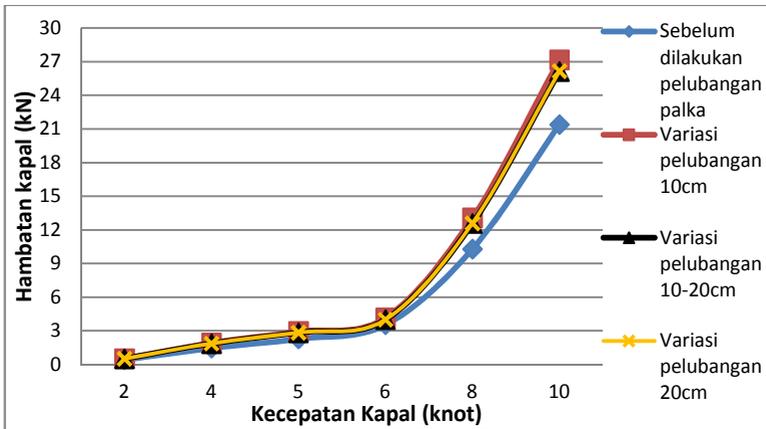
Kecepatan kapal (Knot)	Hambatan kapal (kN)
2	0,5
4	1,9
5	3,0
6	4,2
8	13,1
10	27,2

Tabel 4.7 Hambatan kapal dengan variasi diameter lubang depan 10cm dan belakang 20cm

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 4.8 Hambatan kapal dengan variasi diameter lubang depan dan belakang 20cm

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 4.2 Hambatan kapal

Dari tabel dan grafik di atas dapat dilihat bahwa pelubangan palka menyebabkan kenaikan hambatan kapal. Hambatan kapal yang dihasilkan dari ketiga variasi pelubangan tidak begitu jauh perbedaannya. Hambatan terbesar dihasilkan oleh variasi pelubangan 1 (diameter lubang depan dan belakang 10cm). Sedangkan hambatan terkecil dihasilkan oleh variasi pelubangan 2 (diameter lubang depan 10cm dan belakang 20cm) dan 3 (diameter lubang depan dan belakang 20cm).

IV.6 Perhitungan Ekonomis Kapal Pengangkut Ikan Hidup

Pada perhitungan ekonomis ini diasumsikan kapal mengambil ikan kerapu hidup dari teluk lampung untuk dikirim ke Jakarta. Ikan kerapu hidup berasal dari hasil budidaya keramba jaring apung di sekitar teluk lampung. Ikan kerapu yang diambil adalah ikan kerapu bebek. Ikan kerapu hidup kemudian diangkut menggunakan kapal menuju Pelabuhan Perikanan Samudera yang berada di Jakarta. Direncanakan dalam seminggu kapal melakukan tiga kali trip. Perhitungan ekonomis yang dilakukan adalah sebagai berikut.

1. Pemasukan

a) Daya angkut kapal

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

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

$$\begin{aligned} \text{Total ikan yang diangkut} &= 22900 / 5,5 \\ &= 4164 \text{ ekor} \\ &= 2082 \text{ kg} \\ &= 2,08 \text{ Ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Persentase kematian ikan} &= 2\% \\ \text{Jumlah ikan yang mati} &= 2\% \times 4164 \\ &= 83 \text{ ekor} \\ &= 42 \text{ kg} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah ikan yang hidup} &= 4164 - 83 \\ &= 4080 \text{ ekor} \\ &= 2040 \text{ kg} \end{aligned}$$

b) Penjualan ikan kerapu

$$\text{Harga kerapu bebek hidup di Jakarta} = \text{Rp}360.000 \text{ per kg}$$

$$\text{Harga kerapu bebek mati di Jakarta} = \text{Rp}40.000 \text{ per kg}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga jual ikan kerapu hidup di Jakarta} &= 2040 \times \text{Rp}360.000 \\ &= \text{Rp}734.400.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Harga jual ikan kerapu mati di Jakarta} &= 42 \times \text{Rp}40.000 \\ &= \text{Rp}1.680.000 \end{aligned}$$

c) Total Pemasukan

$$\begin{aligned} \text{Pemasukan 1 kali trip} &= \text{Rp}734.400.000 + \text{Rp}1.680.000 \\ &= \text{Rp}736.080.000 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Pemasukan selama 1 bulan} &= 4 \times 3 \times \text{Rp}736.130.909 \\
 &= \text{Rp}8.832.960.000 \\
 \text{Pemasukan selama 1 tahun} &= 12 \times \text{Rp}8.833.570.909 \\
 &= \text{Rp}105.995.520.000
 \end{aligned}$$

2. Pengeluaran

a) Biaya pembelian ikan

Harga kerapu bebek hidup di KJA = Rp300.000 per kg

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya pembelian ikan 1 kali trip} &= 2082 \times \text{Rp}300.000 \\
 &= \text{Rp}624.600.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya pembelian ikan 1 bulan} &= 4 \times 3 \times \text{Rp}624.545.455 \\
 &= \text{Rp}7.495.200.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya pembelian ikan 1 tahun} &= 12 \times \text{Rp}7.494.545.455 \\
 &= \text{Rp}89.942.400.000
 \end{aligned}$$

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 :

$$\text{Power M/E} = 420 \text{ HP}$$

$$\text{SFOC} = 170 \text{ gr/HP.h}$$

$$Wfo = BkW_{me} \times \text{SFOC} \times S/Vs \times C \times 10^{-6}$$

Di mana :

$$BkW_{me} = \text{Power mesin induk}$$

$$\text{SFOC} = \textit{Specific fuel oil consumption}$$

$$S/Vs = \text{Lama pelayaran}$$

$$C = \text{Koefisien cadangan (1,3 - 1,5),}$$

diambil 1,4

$$\begin{aligned} W_{fo} &= 420 \times 170 \times 34 \times 1,4 \times 10^6 \\ &= 3,40 \text{ ton} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{fo} &= W_{fo}/\rho_{fo} \quad (\rho_{MDO} = 0,82 \text{ ton/m}^3) \\ &= 3,4/0,82 \\ &= 4,14 \text{ m}^3 \\ &= 4144,68 \text{ L} \end{aligned}$$

Bahan bakar A/E :

$$\text{Power A/E} = 53,3 \text{ kW}$$

$$\text{SFOC} = 13,12 \text{ L/h}$$

$$V_{fo} = \text{SFOC} \times S/V_s \times C$$

Di mana :

$$\text{SFOC} = \textit{Specific fuel oil consumption}$$

$$S/V_s = \text{Lama pelayaran}$$

$$C = \text{Koefisien cadangan (1,3 – 1,5) ,}$$

diambil 1,4

$$\begin{aligned} V_{fo} &= 13,12 \times 42 \times 1,4 \\ &= 771,46 \text{ L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Total Kebutuhan bahan bakar} &= 4144,68 + 771,46 \\ &= 4916,14 \text{ L} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Biaya bahan bakar kapal 1kali trip} &= 4916,14 \times \text{Rp}7.150 \\ &= \text{Rp}35.150.393 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya bahan bakar kapal 1 bulan} &= 4 \times 3 \times \text{Rp}35.150.393 \\ &= \text{Rp}421.804.720 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya bahan bakar kapal 1 tahun} &= 12 \times \text{Rp}421.804.720 \\ &= \text{Rp}5.061.656.639 \end{aligned}$$

2. Biaya *lube oil* kapal

Sesuai dengan project guide engine, *lube oil* dilakukan penggantian setiap 500 jam kerja.

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

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas } lube \text{ oil M/E} &= 23 \text{ L} \\ \text{Kapasitas } lube \text{ oil A/E} &= 14 \text{ L} \\ \text{Harga } lube \text{ oil} &= \text{Rp}50.000 \text{ per L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya } lube \text{ oil 1 bulan} &= (23 + 14) \times \text{Rp}50.000 \\ &= \text{Rp}1.850.000 \\ \text{Biaya } lube \text{ oil 1 tahun} &= 12 \times \text{Rp}1.850.000 \\ &= \text{Rp}22.200.000 \end{aligned}$$

3. Biaya *fresh water* kapal

a. Kebutuhan *fresh water* ABK

Berdasarkan MERCHANT SHIPPING ACT (ch 179 sec 100 part III 13.6) kebutuhan *fresh water* ABK adalah 90 L/orang/hari.

$$\begin{aligned} \text{Jumlah ABK} &= 6 \text{ orang} \\ \text{Kebutuhan Fw ABK} &= 90 \text{ L/orang/hari} \\ \text{Lama pelayaran 1 kali trip} &= 42 \text{ jam} \\ &= 1,75 \text{ hari} \\ &= 2 \text{ hari (dibulatkan)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Fw ABK 1 kali trip} &= 6 \times 2 \times 90 \\ &= 1080 \text{ L} \\ \text{Kebutuhan Fw ABK 1 bulan} &= 4 \times 3 \times 1080 \\ &= 12960 \text{ L} \\ \text{Kebutuhan Fw ABK 1 tahun} &= 12 \times 12960 \\ &= 155520 \text{ L} \end{aligned}$$

b. Kebutuhan *fresh water* M/E

Sesuai dengan project guide engine, *fresh water* dilakukan penggantian setiap 1000 jam kerja.

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

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

c. Biaya *fresh water* kapal

$$\begin{aligned}
 \text{Total kebutuhan Fw 1 tahun} &= 155520 + 185,5 \\
 &= 155705,5 \text{ L} \\
 &= 155,71 \text{ m}^3
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Harga Fw} &= \text{Rp}12.000 \text{ per m}^3 \\
 \text{Biaya Fw 1 tahun} &= 155,71 \times \text{Rp}12.000 \\
 &= \text{Rp}1.868.466
 \end{aligned}$$

4. Biaya perbekalan ABK

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

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya perbekalan ABK 1 kali trip} &= 6 \times 6 \times \text{Rp}50.000 \\
 &= \text{Rp}1.800.000 \\
 \text{Biaya perbekalan ABK 1 bulan} &= 4 \times 3 \times \text{Rp}1.800.000 \\
 &= \text{Rp}21.600.000 \\
 \text{Biaya perbekalan ABK 1 tahun} &= 12 \times \text{Rp}21.600.000 \\
 &= \text{Rp}259.200.000
 \end{aligned}$$

5. Gaji ABK

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah ABK} &= 6 \text{ orang} \\
 \text{Pendapatan 1 trip} &= \text{Rp}600.000 \text{ per orang}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Gaji ABK 1 kali trip} &= 6 \times \text{Rp}600.000 \\
 &= \text{Rp}3.600.000 \\
 \text{Gaji ABK 1 bulan} &= 4 \times 3 \times \text{Rp}3.600.000 \\
 &= \text{Rp}43.200.000 \\
 \text{Gaji ABK 1 tahun} &= 12 \times \text{Rp}43.200.000 \\
 &= \text{Rp}518.400.000
 \end{aligned}$$

6. Biaya tambat kapal

Biaya tambat kapal pengangkut ikan >30 GT di Pelabuhan Perikanan Samudera adalah Rp 750 per meter panjang kapal per 1/4 etmal (1 etmal = 24 jam).

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

$$\begin{aligned}
 \text{Lama bongkar muat} &= 4 \text{ jam} \\
 \text{Biaya tambat kapal ikan} &= 20 \times \text{Rp}750 \\
 &= \text{Rp}15.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya tambat 1 bulan} &= 4 \times 3 \times \text{Rp}15.000 \\
 &= \text{Rp}180.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Biaya tambat 1 tahun} &= 12 \times \text{Rp}180.000 \\
 &= \text{Rp}2.160.000
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Total Biaya operasional} &= \text{Rp}5.061.656.639 + \text{Rp}22.200.000 \\
 \text{kapal selama 1 tahun} &+ \text{Rp}1.868.466 + \text{Rp}259.200.000 \\
 &+ \text{Rp}518.400.000 + \text{Rp}2.160.000 \\
 &= \text{Rp}5.865.485.105
 \end{aligned}$$

c) Total Pengeluaran

$$\begin{aligned}
 \text{Total pengeluaran} &= \text{biaya pembelian ikan} + \text{biaya} \\
 \text{selama 1 tahun} &\text{operasional kapal} \\
 &= \text{Rp}89.942.400.000 + \text{Rp}5.865.485.105 \\
 &= \text{Rp}95.807.885.105
 \end{aligned}$$

3. Pendapatan yang diperoleh

$$\begin{aligned} \text{Pendapatan 1 tahun} &= \text{Pemasukan} - \text{Pengeluaran} \\ &= \text{Rp}105.995.520.000 - \text{Rp}95.807.885.105 \\ &= \text{Rp}10.187.634.895 \end{aligned}$$

a) Pendapatan pemilik kapal

Diasumsikan pemilik kapal mengambil 70% dari pendapatan kapal sebagai keuntungan yang diperoleh.

$$\begin{aligned} \text{Pendapatan pemilik kapal} &= 70\% \times \text{Rp}10.187.634.895 \\ &= \text{Rp}7.131.344.426 \end{aligned}$$

b) Dana simpanan perbaikan kapal

Dari pendapatan yang diperoleh diambil 15% sebagai dana simpanan untuk perbaikan kapal apabila mengalami kerusakan.

$$\begin{aligned} \text{Dana simpanan perbaikan kapal} &= 15\% \times \text{Rp}10.187.634.895 \\ &= \text{Rp}1.528.145.234 \end{aligned}$$

Sisa dari pendapatan yang diperoleh digunakan untuk membayar modal pembelian kapal, yaitu sebesar :

$$\begin{aligned} \text{Sisa pendapatan} &= \text{Rp}10.187.634.895 - \text{Rp}7.131.344.426 - \\ &\quad \text{Rp}1.528.145.234 \\ &= \text{Rp}1.528.145.234 \end{aligned}$$

4. Harga kapal ikan 60 GT

$$\begin{aligned} \text{Nama kapal} &= \text{TUNA LONGLINER 60GT} \\ \text{Bahan} &= \text{Fibreglass} \\ \text{Harga} &= \text{Rp}3.610.000.000 \end{aligned}$$

a) Modal sendiri (Pemilik kapal)

$$\begin{aligned} \text{Modal Pemilik kapal} &= \text{Rp}3.610.000.000 \\ \text{Sisa pendapatan} &= \text{Rp}1.528.145.234 \end{aligned}$$

Sisa pendapatan digunakan untuk membayar modal pembelian kapal. Sehingga modal pembelian kapal akan lunas setelah 2 tahun 5 bulan pengoprasian kapal.

$$\begin{aligned} \text{Biaya pembayaran modal kapal} &= (2 \times \text{Rp}1.528.145.234) + (5 \times (\text{Rp}1.528.145.234/12)) \\ &= \text{Rp}3.693.017.649 \end{aligned}$$

b) Modal pinjaman bank

Diasumsikan pemilik kapal meminjam modal pada bank BRI melalui Kredit Modal Kerja sebesar Rp3.610.000.000 dengan suku bunga dasar kredit 11,25% per tahun.

$$\begin{aligned} \text{Modal pinjam bank} &= \text{Rp}3.610.000.000 \\ \text{Suku bunga} &= 11,25\% \text{ per tahun} \\ &= 0,94\% \text{ per bulan} \\ \text{Sisa pendapatan} &= \text{Rp}1.528.145.234 \end{aligned}$$

Sisa pendapatan digunakan untuk membayar modal pembelian kapal. Sehingga modal pembelian kapal akan lunas setelah 3 tahun 3 bulan pengoprasian kapal.

$$\begin{aligned} \text{Modal pinjaman 3 tahun 3 bulan} &= \text{Rp}3.610.000.000 + (\text{Rp}3.610.000.000 \times 0,94\% \times 39) \\ &= \text{Rp}4.929.906.250 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Biaya pembayaran modal kapal} &= 39 \times (\text{Rp}1.528.145.234/12) \\ &= \text{Rp}4.966.472.011 \end{aligned}$$

**SPEKIFIKASI DATA
TUNA LONGLINER 60 GT – BAHAN FIBREGLASS**

MEDICs DEVELOPMENT PROJECT 2007



PRINCIPLE DIMENSION

Length Over All (LOA)	: 20,00 m
Length Water Line (LWL)	: 18,00 m
Length of Perpendicular (LPP)	: 16,95 m
Breadth (mid) Maximum	: 4,50 m
Breadth (Waterline)	: 4,34 m
Height (mid) to main deck	: 2,24 m
Height Total (incl. Tower)	: 8,20 m
Draft (maximum)	: 1,60 m
Displacement	: 83,17 Ton
CB	: 0,649
Speed (Maximum)	: 10 Knot
Speed (Cruising)	: 8 Knot
Crews	: 15 persons
Endurance (at cruising 8 Knot)	: 2000 NM
Endurance time (continuous)	: 10 days

SHIP CONSTRUCTIONS

Semi-displacement Hull Type	: Fibreglass
Main Hull	: Fibreglass
Polyester Resin Water Resistant Type	: BQTXN-150
Chopped strand Matt	: 300 gr/m ² and 450 gr/m ²
Keel thickness	: 14 layers
Bottom thickness	: 12 layers
Side Hull	: 10 layers
Main Decks	: 10 layers
Bulkhead thickness	: 7 layers
Superstructure Beam	: 6 layers
Frames thickness (U-type)	: 5 layers
U-frames size	: 90 x 90 mm

TANK CAPACITY

Fuel Oil Tank	: 15,5 Ton
Daily Fuel Oil Tank	: 1 Ton
Fresh Water Tank	: 10 Ton
Lub. Oil Tank	: 0.5 Ton
Sludge Tank	: 1 Ton
Bait Tank	: 1 Ton
Fish Holds total capacity	: 25 Ton

MACHINERY

Main Engine	: YANMAR 6CX-ETE
	420 HP/314 KW/2700 RPM
	Fuel consumption 170 gr/HP.hr
Gearbox	: TWIN DISC 5061SC
	Gear ratio 1 : 3,0
Propeller Type	: B4-55
RPM Propeller	: 900
Diameter Propeller	: 724 mm
Propeller Pitch	: 580 mm
Diameter Poros Utama	: 3,5 in
Diesel Generator set	: 2 x 60 KVA 50Hz/1500RPM
Battery	: 4 x 200AH/24V

NAVIGATION & COMMUNICATION

RADAR	: 16 NM
GPS	
Fishfinder	
Magnetic Compass	: 6 in
Radio SSB	: 100 watt

SAFETY EQUIPMENTS

Lifebuoy	: 4 units
Life jacket	: 20 units
Smoke, parachute signal	: @ 6 units
Portable fire extinguisher	: 6 units

FISHING GEARS

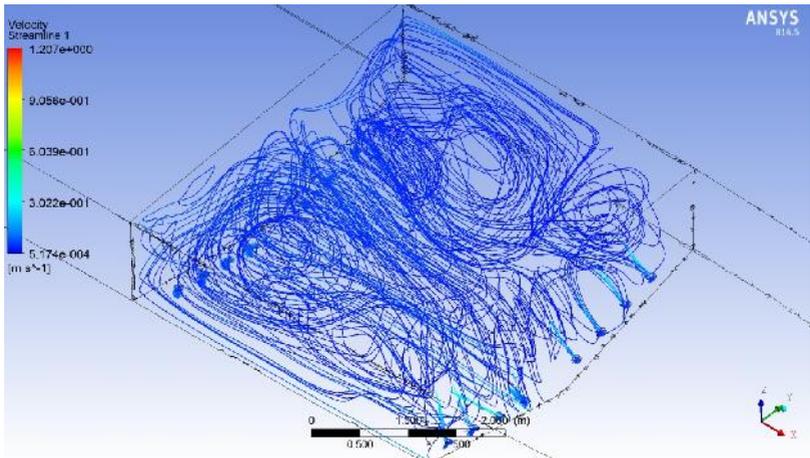
Main Liner Drum	
Line Hauler	
Long Line	: 500 km x 60 m depth
Overhead Crane & Block system	
Reflector lamp	: 2 x 500 W
Fish hold cooling system	: up to -5°C
No. of Fish Holds	: 5 units
Bait Tank	: 1 unit

USER

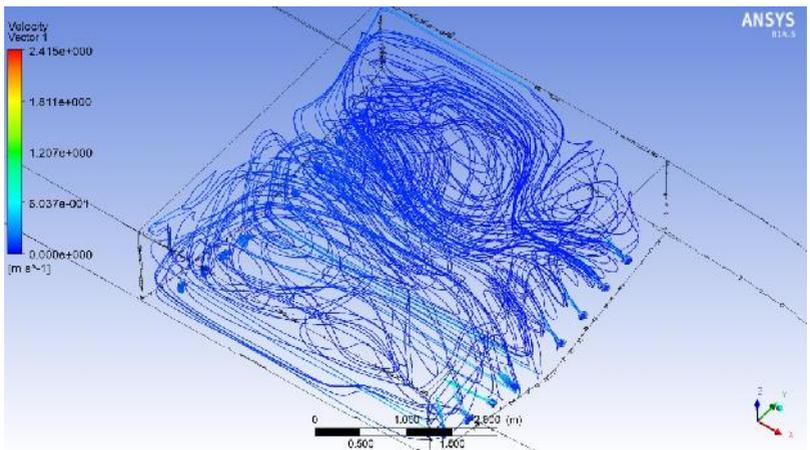
PT. Perikanan Nusantara - Indonesia

Lampiran 1. Data kapal

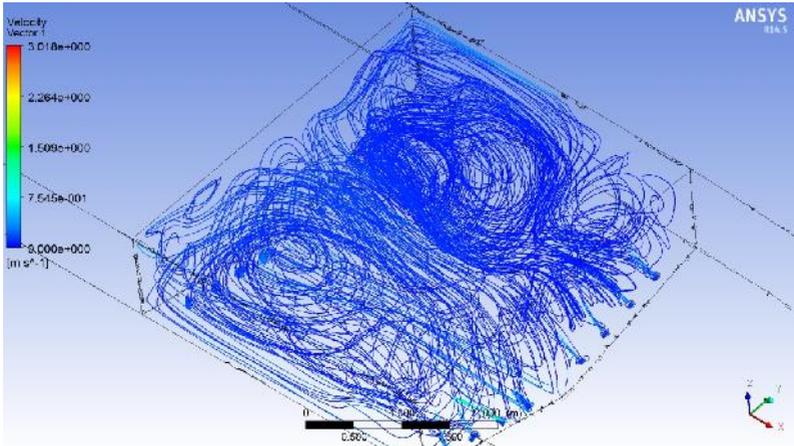
- Variasi 1 (Diameter lubang depan dan belakang 10cm)



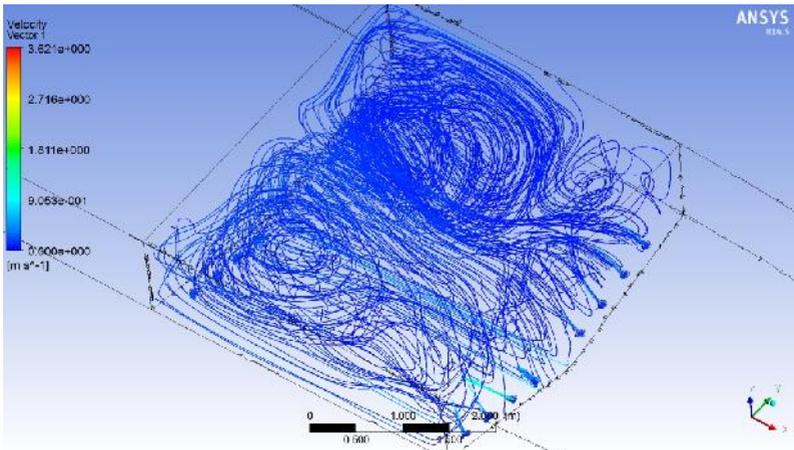
Lampiran 3. Variasi 1 kecepatan 2 knot



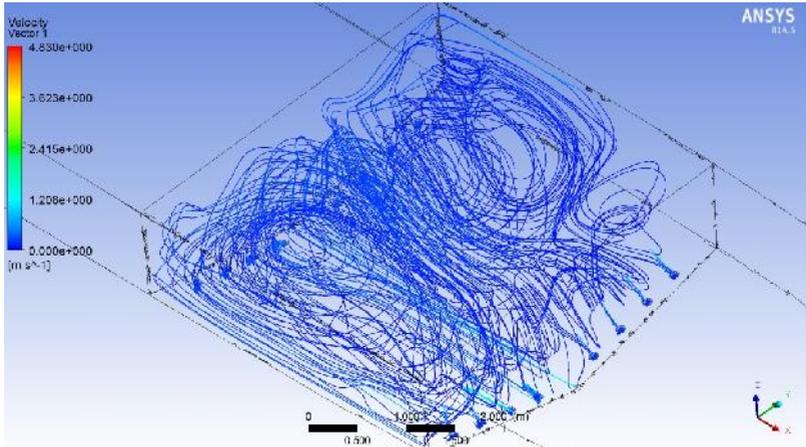
Lampiran 4. Variasi 1 kecepatan 4 knot



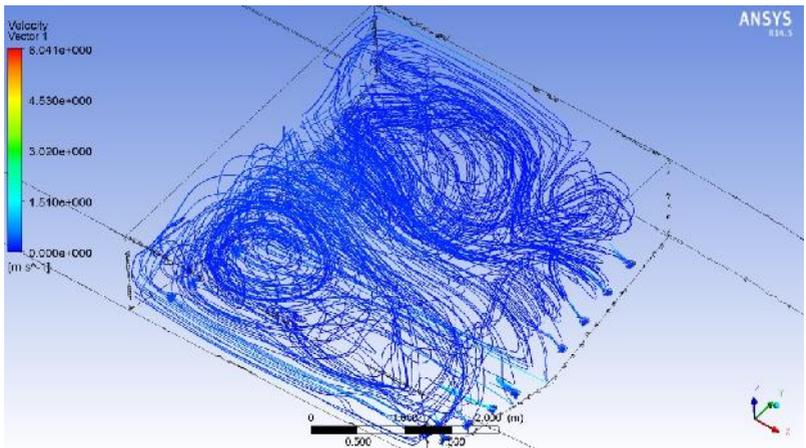
Lampiran 5. Variasi 1 kecepatan 5 knot



Lampiran 6. Variasi 1 kecepatan 6 knot

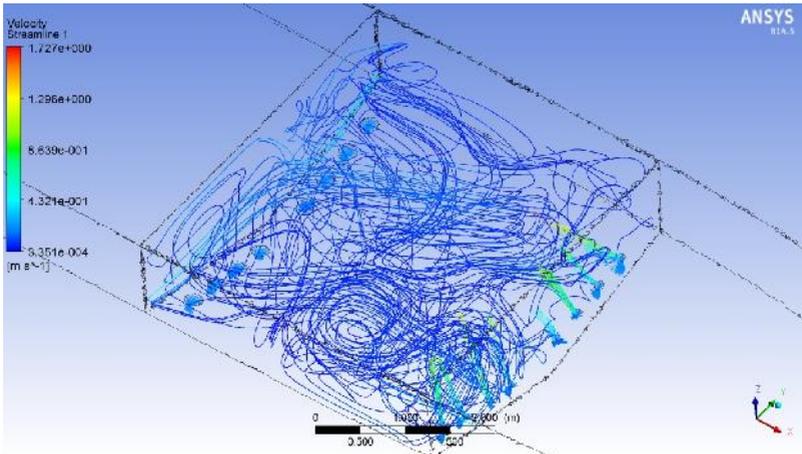


Lampiran 7. Variasi 1 kecepatan 8 knot

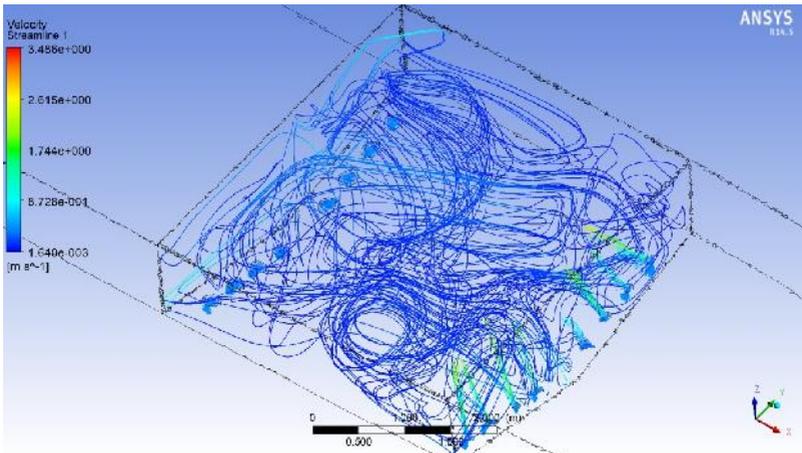


Lampiran 8. Variasi 1 kecepatan 10 knot

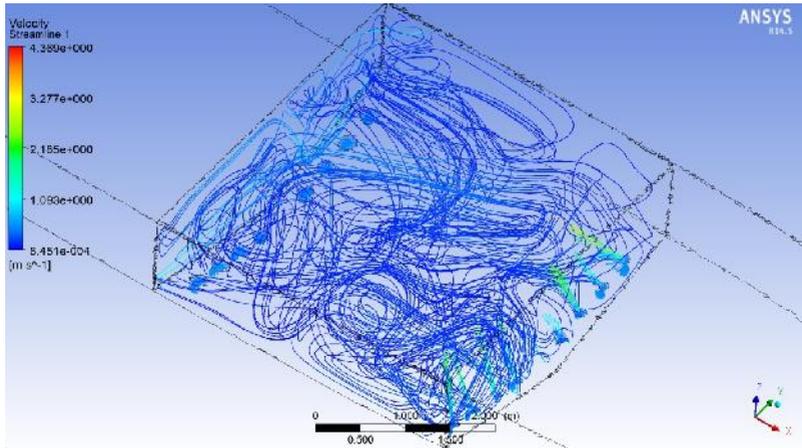
➤ Variasi 2 (Diameter lubang depan 10cm dan belakang 20cm)



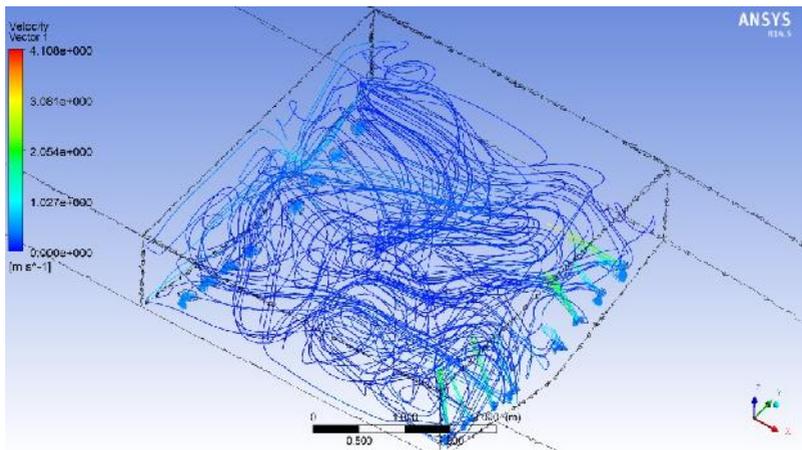
Lampiran 9. Variasi 2 kecepatan 2 knot



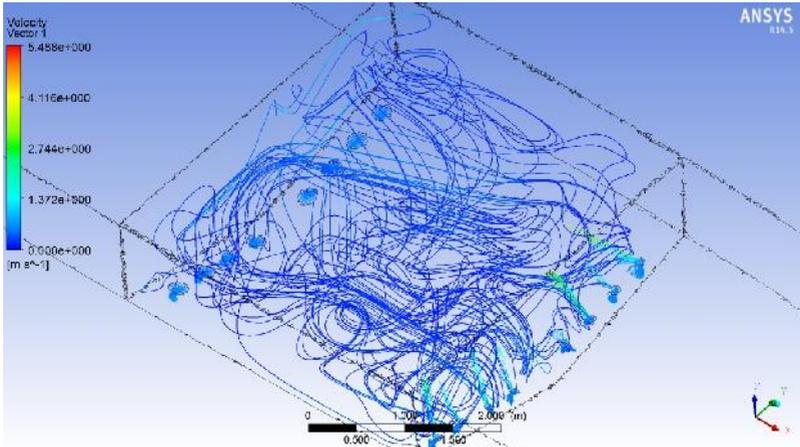
Lampiran 10. Variasi 2 kecepatan 4 knot



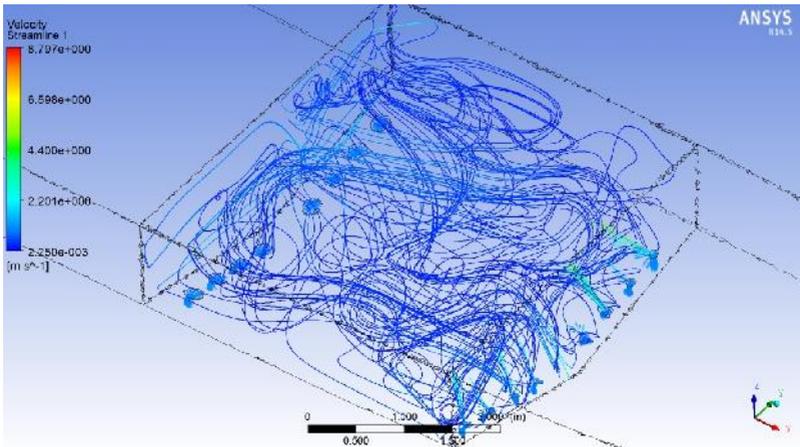
Lampiran 11. Variasi 2 kecepatan 5 knot



Lampiran 12. Variasi 2 kecepatan 6 knot

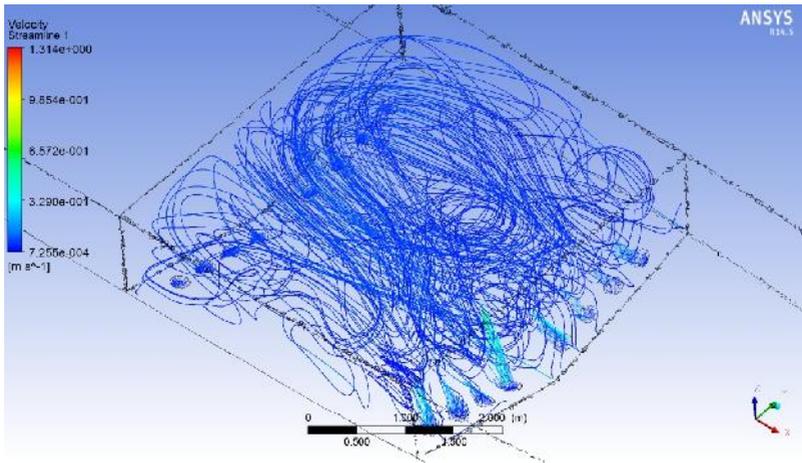


Lampiran 13. Variasi 2 kecepatan 8 knot

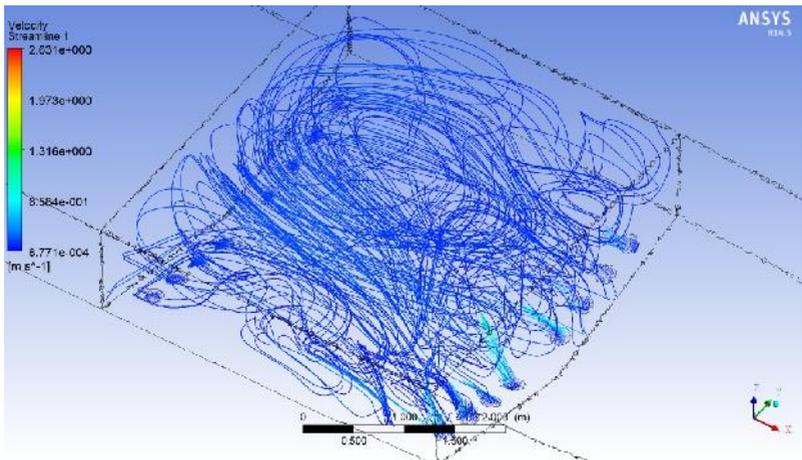


Lampiran 14. Variasi 2 kecepatan 10 knot

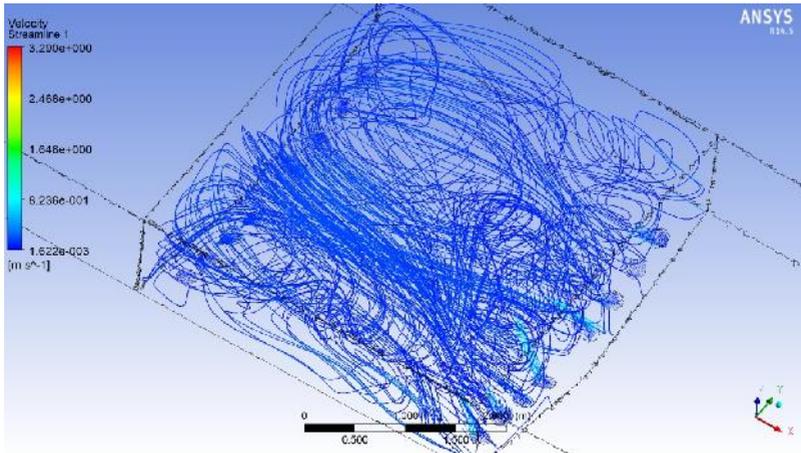
- Variasi 3 (Diameter lubang depan dan belakang 20cm)



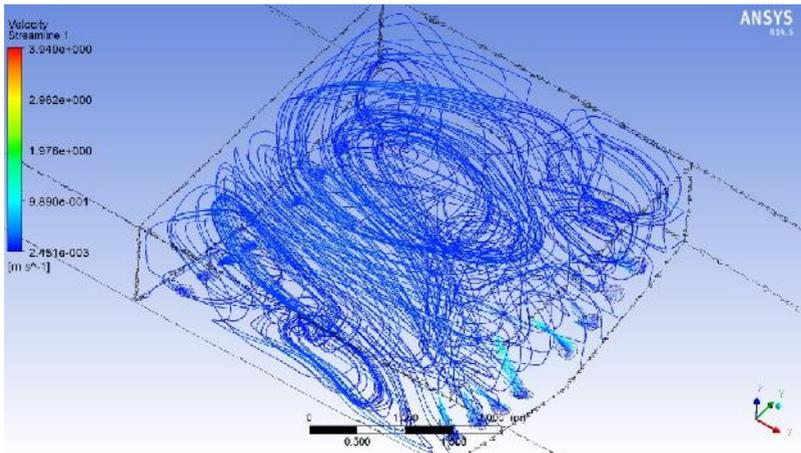
Lampiran 15. Variasi 3 kecepatan 2 knot



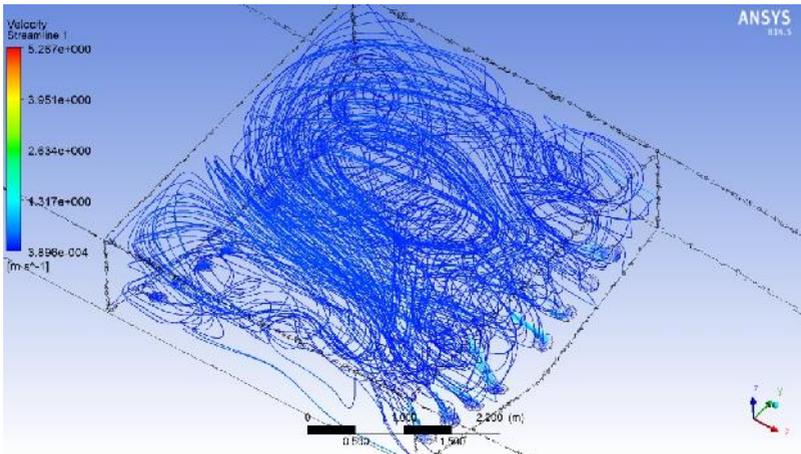
Lampiran 16. Variasi 3 kecepatan 4 knot



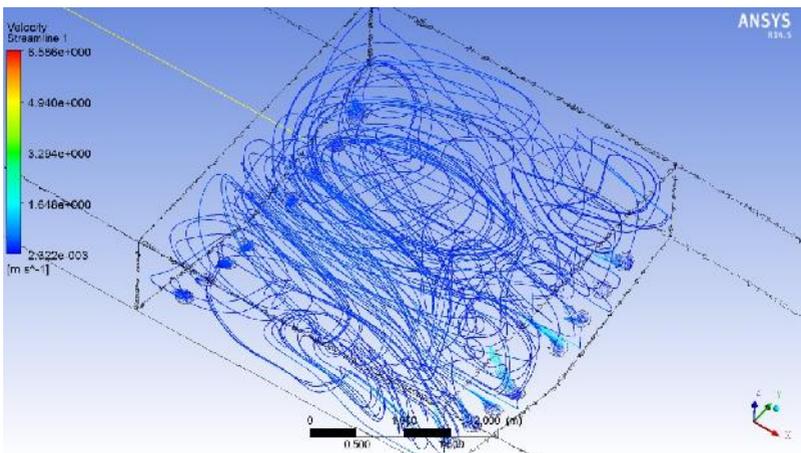
Lampiran 17. Variasi 3 kecepatan 5 knot



Lampiran 18. Variasi 3 kecepatan 6 knot



Lampiran 19. Variasi 3 kecepatan 8 knot



Lampiran 20. Variasi 3 kecepatan 10 knot

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

Setelah melakukan semua simulasi model yang direncanakan dan berdasarkan hasil analisa serta pembahasan maka dapat ditarik beberapa 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 (diameter lubang depan dan belakang 10cm) dan 2 (diameter lubang depan 10cm dan belakang 20cm) pada kecepatan kapal di bawah 6 knot, kecepatan arus di dalam palka berada di bawah batas minimal kecepatan arus yang disyaratkan yaitu sebesar 0,15 m/s. Sedangkan pada variasi pelubangan 3 (diameter lubang depan dan belakang 20cm) kecepatan arus di dalam palka berada di bawah batas minimal pada kecepatan kapal di bawah 4 knot.
3. Hambatan kapal terbesar dihasilkan oleh variasi pelubangan 1 (diameter lubang depan dan belakang 10cm) yaitu sebesar 27,2 kN. Sedangkan hambatan kapal terkecil dihasilkan oleh variasi pelubangan 2 (diameter lubang depan 10cm dan belakang 20cm) dan 3 (diameter lubang depan dan belakang 20cm) yaitu sebesar 26,1 kN.

4. Volume ruang palka semakin kecil akibat pelubangan yang dilakukan di dasar palka, yaitu sebesar $22,9 \text{ m}^3$ 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 pembelian kapal berasal dari modal pribadi pemilik kapal. Sedangkan apabila modal pembelian kapal berasal dari modal pinjam bank, pemilik kapal akan balik modal setelah 3,3 tahun.

V.2 Saran

Untuk memperbaiki dan menyempurnakan penelitian selanjutnya penulis memberikan beberapa saran sebagai pertimbangan. saran yang diberikan penulis adalah sebagai berikut :

1. Agar diperoleh hasil yang lebih akurat perlu dilakukan pengujian model pada *towing tank*.
2. Melakukan pemasangan *valve* pada pelubangan palka untuk mengatur fluida yang masuk ke dalam palka.
3. Menambah variasi pelubangan agar didapatkan hasil yang lebih banyak.
4. Untuk mengetahui pengaruh pelubangan palka terhadap stabilitas kapal perlu dilakukan kajian stabilitas.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. *Pengangkutan Ikan Hidup*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Anonymous. 1986. *Traning Manual on Marine Finfish Netcage Culture*. Singapore: Regional Seafarming Project RAS/86/024.
- Baskoro, Mulyono S., Taurusman, Am Azbas dan Sudirman. 2010. *Tingkah Laku Ikan Hubungannya dengan Ilmu dan Teknologi Perikanan Tangka*. Bandung: Lubuk Agung.
- Ghufran, M. , H. Kordi K. dan Andi Tamsil. 2010. *Pembenihan Ikan Laut Ekonomis Secara Buatan*. Yogyakarta: Lily Publisher.
- Ismail, Khodijah. *Kiat Mengatasi Stress Pada Ikan*. Mediatama.
- Junianto. 2003. *Teknik Penanganan Ikan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Khairani, Nurul. 2013. *Perancangan Sistem Ruang Muat Untuk Kapal Pengangkut Ikan Hidup Di Sumatera Barat*. Tesis. Undergraduate Theses Teknik Sistem Perkapalan-ITS.
- Manik, Parlindungan dan Eko Sasmito Hadi. 2014. *Desain Lambung Kapal Layar Motor Katamaran Dengan Sistem Palka Ikan Hidup*. Semarang: Ejournal Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- Mubarak, A.Shofy. *Pengelolaan Kualitas Air untuk Keberhasilan Usaha Budidaya*. Pusat Pengembangan Dan Pemberdayaan Pendidik dan Tenaga Kependidikan Pertanian.
- 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.
- 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.

Wedemeyer, G.A.. 2010. *Physiology og Fish In Intensive Culture Systems*. New York: International Thomson Publishing
Chapman & Hall.

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.

www.agromaret.com

www.agrotani.com

www.ansysCFX.com

www.bi.go.id

www.keprifishingclub.com

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Sampang (Madura), Jawa Timur, pada tanggal 15 Desember 1993. Penulis adalah anak pertama dan merupakan anak tunggal dari pasangan AKH Suwardi dan Mas'Adah yang terlahir dengan nama Dimas Tegar Rahmatullah. Riwayat pendidikan formal yang telah ditempuh penulis antara lain SDN Gunung Sekar 1 Sampang, SMPN 1 Sampang, SMAN 1 Sampang dan kemudian setelah lulus dari SMA

tahun 2012, penulis melanjutkan ke jenjang perguruan tinggi. Penulis diterima di Jurusan Teknik Sistem Perkapalan – Fakultas Teknologi Kelautan – Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya jenjang Strata I (S1) regular melalui jalur undangan. Selama perkuliahan, penulis aktif pada kegiatan yang sifatnya akademis dan non akademis. Penulis aktif di organisasi mahasiswa yaitu Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknologi Kelautan (BEM FTK) sebagai anggota Departemen Riset dan Teknologi periode 2013-2014. Penulis juga aktif pada kegiatan-kegiatan jurusan salah satunya adalah menjadi panitia Marine Icon tahun 2013 dan 2015. Serta penulis juga aktif di berbagai kegiatan seminar, lomba dan pelatihan. Penulis pernah melaksanakan kerja praktek di PT Adiluhung Sarana Segara Indonesia dan PT ASDP Indonesia Ferry.

Dimas Tegar Rahmatullah

Jurusan Teknik Sistem Perkapalan FTK ITS

dimas.tegar12@mhs.ne.its.ac.id