



**TUGAS AKHIR – ME 184834**

**STUDI EKONOMI & TEKNOLOGI TENTANG  
AKUAKULTUR MENGGUNAKAN KANDANG  
IKAN UNTUK Mendukung KETAHANAN  
PANGAN DI SEKTOR MARITIM**

**Diusulkan Oleh:**

Ramirez Pasquale Widagdo T.  
0421154000049

**Dosen Pembimbing:**

1. Raja Oloan Saut Gurning, ST, M.Sc, Ph.D
2. Nova Maulidina Ashuri, S.Si, M.Si

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020**





## **TUGAS AKHIR – ME 184834**

# **STUDI EKONOMI & TEKNOLOGI TENTANG AKUAKULTUR MENGGUNAKAN KANDANG IKAN UNTUK Mendukung KETAHANAN PANGAN DI SEKTOR MARITIM**

**Diusulkan Oleh:**

Ramirez Pasquale Widagdo T.  
0421154000049

**Dosen Pembimbing:**

1. Raja Oloan Saut Gurning, ST, M.Sc, Ph.D
2. Nova Maulidina Ashuri, S.Si, M.Si

**DEPARTEMEN TEKNIK SISTEM PERKAPALAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020**

“Lembar ini sengaja dikosongkan”



**BACHELOR THESIS – ME 184834**

**ECONOMIC & TECHNOLOGICAL STUDY OF  
AQUACULTURE USING FISHCAGE TO  
SUPPORT FOOD SECURITY IN MARITIME  
SECTOR**

**Written by:**

Ramirez Pasquale Widagdo T.  
0421154000049

**Supervisor:**

1. Raja Oloan Saut Gurning, ST, M.Sc, Ph.D
2. Nova Maulidina Ashuri, S.Si, M.Si

**DEPARTEMENT OF MARINE ENGINEERING  
FACULTY OF MARINE TECHNOLOGY  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2020**

“Lembar ini sengaja dikosongkan”

## LEMBAR PENGESAHAN I

### STUDI EKONOMI & TEKNOLOGI TENTANG AKUAKULTUR MENGUNAKAN KANDANG IKAN UNTUK MENDUKUNG KETAHANAN PANGAN DI SEKTOR MARITIM

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana  
Teknik

Di

Reliability, Availability, Management, and Safety (RAMS)  
Program Sarjana Departemen Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Disusun oleh:

**RAMIREZ PASQUALE WIDAGDO T.**

NRP: 04211540000049

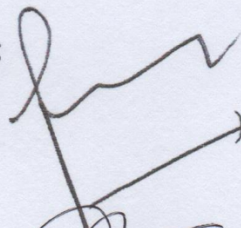
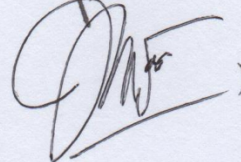
Disetujui oleh Dosen Pembimbing:

Raja Oloan Saut Gurning, ST., M.Sc., Ph.D.

NIP. 197107201995121001

Nova Maulidina Ashuri, S.Si, M.Si

NIP. 1986201812016

()  
()

“Lembar ini sengaja dikosongkan”



## LEMBAR PENGESAHAN II

### STUDI EKONOMI & TEKNOLOGI TENTANG AKUAKULTUR MENGUNAKAN KANDANG IKAN UNTUK Mendukung KETAHANAN PANGAN DI SEKTOR MARITIM

#### TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar Sarjana  
Teknik  
Di

Reliability, Availability, Management, and Safety (RAMS)  
Program Sarjana Departemen Teknik Sistem Perkapalan  
Fakultas Teknologi Kelautan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Disusun oleh:

**RAMIREZ PASQUALE WIDAGDO T.**

NRP: 0421154000049

Disetujui oleh:

Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan



**Beny Cahyono, ST., MT., Ph.D.**

NIP. 197903192008011008

“Lembar ini sengaja dikosongkan”

## LEMBAR PERNYATAAN

Yang membuat pernyataan:

Skripsi / tugas akhir ini ditulis dan dikerjakan sendiri tanpa melakukan plagiarisme dan segala data, konsep, desain, referensi maupun material dalam riset ini menjadi hak milik Reliability, Availability, Management, and Safety (RAMS) di Departemen Teknik Sistem Perkapalan yang dapat dijadikan bahan referensi untuk pengembangan riset kedepannya.

Nama : Ramirez Pasquale Widagdo T.  
NRP : 0421154000049  
Departemen : Teknik Sistem Perkapalan  
Judul Skripsi : Studi Ekonomi & Teknologi tentang Akuakultur Menggunakan Kandang Ikan untuk Mendukung Ketahanan Pangan di Sektor Maritim

Jika ditemukan plagiarisme pada riset ini, maka saya bertanggung jawab dan menerima sanksi yang dikeluarkan ITS sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Surabaya, 2020

Ramirez Pasquale Widagdo T.

“Lembar ini sengaja dikosongkan”

# **STUDI EKONOMI & TEKNOLOGI TENTANG AKUAKULTUR MENGGUNAKAN KANDANG IKAN UNTUK Mendukung KETAHANAN PANGAN DI SEKTOR MARITIM**

Nama : Ramirez Pasquale Widagdo T.  
NRP : 0421154000049  
Departemen : Marine Engineering  
Dosen Pembimbing I : Raja Oloan Saut Gurning, ST, M.Sc, Ph.D.  
Dosen Pembimbing II : Nova Maulidina Ashuri, S.Si, M.Si

## **ABSTRAK**

Akuakultur adalah sebuah praktik dimana mengembangbiakkan organisme air hingga ukuran tertentu guna memenuhi permintaan hasil laut secara mendunia. Dengan dukungan dari kementerian kelautan dan kemaritiman Indonesia, Indonesia berhasil meningkatkan jumlah produksi hasil laut untuk memenuhi kebutuhan domestik maupun internasional. Akan tetapi, Indonesia rentan terhadap penangkapan berlebihan jika hanya mengandalkan nelayan. Oleh karena itu, praktik akuakultur menyediakan solusi guna menyuplai komoditas hasil laut dengan cara berkelestarian. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis desain sistem terintegrasi dimana terdapat sistem pemberian pakan dari tongkang hingga ke kandang ikan pada perairan teluk Prigi, Trenggalek. Kemudian, Analisa kelayakan ekonomi serta diuji sensitivitasnya mengetahui kelayakan usaha budidaya ikan. Hasil yang didapat berupa NPV selalu negatif dalam 20 tahun usaha serta tidak mencapai IRR yang diharapkan. Dari hasil analisis didapatkan bahwa usaha budidaya dinyatakan tidak layak.

Kata Kunci: *praktik akuakultur, sistim akuakultur, Bisnis akuakultur, Teluk Prigi; Trenggalek.*

“Lembar ini sengaja dikosongkan”

***ECONOMIC & TECHNOLOGICAL STUDY OF AQUACULTURE  
USING FISHCAGE TO SUPPORT FOOD SECURITY IN MARITIME  
SECTOR***

Name : Ramirez Pasquale Widagdo T.  
NRP : 0421154000049  
Department : Marine Engineering  
Supervisor I : Raja Oloan Saut Gurning, ST, M.Sc, Ph.D.  
Supervisor II : Nova Maulidina Ashuri, S.Si, M.Si

***ABSTRACT***

*Aquaculture is a practice which grows aquatic organism to certain size for mass consume. With the support of ministry of Marine Affairs and Fisheries Republic Indonesia, Indonesia has succeeded in increasing fish production to support domestic and international demand. Yet, Indonesia is prone to overfishing if heavily rely on fishermen. Thus, aquaculture is the solution to provide sustainable marine commodities. This research goal is to analyze integrated system which support fish feeding from barge to sea cage in Prigi Bay, Trenggalek. Then, analyze economically through sensitivity measurement to determine whether the aquaculture project is financially profitable or not. The result is NPV is negative within 20 years and IRR is not achievable. This analysis conclude that it is feasible yet risky to operate and also does not provide financial benefit.*

**Keyword:** *Aquaculture Practice; Aquaculture System, Aquaculture business, Prigi Bay ; Trenggalek.*

“Lembar ini sengaja dikosongkan”



## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur kepada Allah yang Maha Kuasa, yang telah memberi berkat dan hikmat-Nya sehingga saya, Ramirez Pasquale Widagdo, dapat menyelesaikan skripsi berjudul **“STUDI EKONOMI & TEKNOLOGI TENTANG AKUAKULTUR MENGGUNAKAN KANDANG IKAN UNTUK Mendukung KETAHANAN PANGAN DI SEKTOR MARITIM”**. Pengerjaan skripsi ini tidak hanya sebagai syarat kelulusan program sarjana Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, tetapi juga memberikan kontribusi kepada Indonesia untuk menjadi lebih baik.

Penulis hendak memberikan apresiasi kepada siapapun yang membantu secara mental maupun dukungan lainnya selama pengerjaan skripsi ini hingga selesai.

1. Keluarga sang penulis yang selalu mendukung dan memberikan dukungan terbaik disaat pengerjaan skripsi.
2. Beny Cahyono, ST., MT., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Sistem Perkapalan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
3. Raja Oloan Saut Gurning, ST., M.Sc., Ph.D. sebagai dosen pembimbing I dimana memberikan amanah yang bagus serta arahan – arahan yang inspiratif untuk selalu melakukan hal yang terbaik dalam proses pengerjaan skripsi.
4. Nova Maulidina Ashuri, S.Si, M.Si. sebagai dosen pembimbing II dimana memberikan arahan dan penjelasan tentang akuakultur, senantiasa mengajari sang penulis.
5. A.A.B. Dinariyana D.p., S.T., MES, Ph. D. dan Dr. Dhimas Widhi Handani, S.T., M.Sc. sebagai Dosen pengajar di lab RAMS serta Prof. Dr. I Ketut Buda Artana, S.T., M.Sc. selaku kepala lab RAMS yang senantiasa mengarahkan dan mengingatkan sang penulis ketika berbuat salah.
6. Dr. Dewi Hidayanti, M.Si and Dr.rer.nat. Edwin Setiawan, M.Sc. sebagai Dosen dari Departemen Biologi, yang membantu penulis dalam pemahaman budidaya ikan beserta mengajarkan ilmu yang berharga.
7. Dr. Maria Anityasari ST., M.E. selaku Kepala Direktorat ITS International Office hingga 2019 , yang memberikan sosok bijak dan teladan dimana sang penulis dapat ikuti.

8. Dr. Eng. Trika Pitana, S.T., M.Sc. selaku Deputy of ITS International Office hingga 2019 serta Dosen pengajar di Teknik Sistem Perkapalan yang memberikan dukungan terbaik sehingga penulis berkesempatan untuk mengikuti berbagai program internasional.
9. Seluruh kolega lab RAMS, member lama maupun baru, yang menemani sang penulis ketika mengerjakan tugas akhir ini.
10. Semua rekan dari SALVAGE'15 yang senantiasa menemani masa kuliah hingga wisuda.
11. ITS International Office, rumah kedua bagi penulis dimana selalu memberi inspirasi untuk berkembang lebih baik lagi, bahkan setelah selesai pada tahun 2017 akhir.
12. ITS International Office Volunteers, sekarang maupun alumnus, yang mendukung secara moral ketika pengerjaan skripsi.
13. Siapapun yang belum disebutkan disini. Tanpa kalian, saya tidak mampu menyelesaikan hingga sejauh ini.

Saya berharap kedepannya riset ini tidak hanya berguna sebagai referensi riset berikutnya, tetapi juga memberikan dampak positif bagi negara. Sang penulis terbuka untuk diskusi lebih lanjut, kritik, maupun saran perihal tugas akhir ini. Bagi siapapun yang membuka dan membaca tugas akhir ini, sang penulis sedang melakukan perjalanan hidup dimana mencari tujuan hidup serta memberikan dampak positif bagi sekitarnya. Saya, Ramirez Pasquale Widagdo, selaku penulis, mengucapkan terima kasih dan sampai jumpa pada kesempatan lainnya. Terima kasih.

Surabaya, 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN I	v
LEMBAR PENGESAHAN II	vii
LEMBAR PERNYATAAN	ix
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xiii
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvii
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL	xxiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan Penelitian	4
1.5. Manfaat Penelitian	4
BAB II DASAR TEORI	5
2.1. Akuakultur	5
2.2. Parameter Perairan dalam Akuakultur	6
2.2.1. Suhu Air Permukaan	6
2.2.2. Salinitas (Kadar Garam)	7
2.2.3. Keasaman (pH)	8
2.2.4. Oksigen Terlarut	8
2.2.5. Kedalaman	8
2.2.6. Kecepatan Arus Air & Gelombang	9
2.2.7. Turbiditas	9
2.2.8. Kebersihan Air	9
2.3. Pembiakan Ikan	9
2.4. Kandang Ikan	11
2.4.1. Kandang Ikan Kotak	12
2.4.2. Kandang Ikan Bundar	12
2.4.3. Kandang Ikan Silindris	13
2.5. Analisa Ekonomi	13
2.5.1. Cumulative Cash Flows (CCF)	13
2.5.2. Net Present Value (NPV)	14
2.5.3. Internal rate of return (IRR)	14
2.5.4. Payback Period (PP)	14

2.5.5. Operational Expenditure (OpEx)	14
2.5.6. Capital Expenditure (CapEx)	15
2.5.7. Cost Benefit Ratio (CBR)	15
2.5.8. Weighted average cost of capital (WACC)	15
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>17</b>
3.1. Studi Literatur	18
3.2. Analisa Teknologi	20
3.3. Analisa Ekonomi	20
3.4. Perhitungan Investasi	20
<b>BAB IV ANALISA KAPAL &amp; SISTEM GUNA AKUAKULTUR</b>	<b>21</b>
4.1. Spesies Ikan yang Dibiakkan	21
4.1.1. Perbandingan Pertumbuhan Pembiakan	21
4.1.2. Perbandingan Harga	22
4.1.3. Pemilihan Spesies Ikan	24
4.2. Pemilihan Perairan Pembiakan	25
4.2.1. Ikan Kerapu	25
4.2.2. Perairan yang Layak	26
4.2.3. Pelabuhan Perikanan (PP)	27
4.2.4. Pemilihan Perairan Budidaya Ikan Kerapu	28
4.3. Kebutuhan Kapal Ponton	31
4.4. Kandang Ikan	35
4.5. Sistem Permesinan Akuakultur	38
4.4.1. Sistem Pemberi Pakan	38
4.4.2. Sistem Pengontrol Parameter Perairan	41
4.4.3. Sistem Perawatan	45
4.4.4. Sistem Kelistrikan	49
4.6. Pembenihan Ikan	50
4.7. Kapal Tunda/Kapal Ikan	51
4.8. Pakan Ikan	51
<b>BAB V PERHITUNGAN EKONOMI</b>	<b>55</b>
5.1. Perhitungan dan Estimasi Harga	55
5.1.1. Biaya Pembuatan Ponton Kerja	55
5.1.2. Struktur Kandang Ikan	56
5.1.3. Sistem Pendukung Kapal & Kandang Ikan	57
5.1.4. Harga Ikan Kerapu	57
5.1.5. Harga Pakan Ikan	58
5.1.6. Harga Jual Ikan Kerapu	59

5.1.7.	Sewa Kapal Tunda	59
5.1.8.	Operasional Kapal	60
5.1.9.	Manajemen	63
5.2.	Skenario Keuangan	64
5.2.1.	Capital Expenditure (CapEx)	64
5.2.2.	Operational Expenditure (OpEx)	64
5.2.3.	Pemasukan Kas	65
5.2.4.	Risiko	66
5.2.5.	Asuransi	68
5.2.6.	Biaya Perawatan	71
5.2.7.	Kebutuhan Dana & Kepemilikan	72
5.3.	Analisis Ekonomi	73
5.3.1.	Proyeksi Arus Kas (20 Tahun)	73
5.3.2.	Net Present Value (NPV)	78
5.3.3.	Internal Rate of Return (IRR)	79
5.3.4.	Payback Period (PP)	80
5.3.5.	Cost Benefit Ratio (CBR)	80
5.3.1.	Weighted Average Cost of Capital (WACC)	81
5.3.2.	Analisa Sensitivitas	81
5.3.3.	Komparasi dengan Usaha lain	84
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN		87
6.1.	Kesimpulan	87
6.2.	Saran & Rekomendasi	87
6.3.	Riset Kedepannya	88
DAFTAR REFERENSI		89
BIOGRAFI PENULIS		95

“Lembar ini sengaja dikosongkan”

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1.	Jumlah ikan tangkapan dan hasil akuakultur (selain tanaman air) di Dunia (A) dan ASEAN (B)	2
Gambar 1. 2.	Angka Konsumsi Ikan beserta target 2018-2019	3
Gambar 2. 1.	Peta Potensi Budidaya Indonesia	6
Gambar 2. 2.	Pertambahan bobot rata-rata individu ikan betutu pada setiap perlakuan selama 12 minggu pemeliharaan	7
Gambar 2. 3.	Pertumbuhan Panjang mutlak ikan kakap putih	7
Gambar 2. 4.	Hubungan antara pH yang berbeda terhadap persentase kelangsungan hidup benih ikan gabus selama penelitian	8
Gambar 2. 5.	Siklus pembiakan ikan dengan akuakultur	10
Gambar 2. 6.	Rata-rata bobot tubuh yuwana kakap merah, <i>L. argenteimaculatus</i> selama penelitian dengan perbedaan frekuensi pemberian pakan 2x (A), 4x (B), 6x (C), dan 8x (D)	11
Gambar 2. 7.	Skema Keramba Jaring Apung	11
Gambar 2. 8.	KJA Kotak AQUATEC	12
Gambar 2. 9.	KJA Bundar AQUATEC	13
Gambar 2. 10.	KJA Silindris GAATEM	13
Gambar 3. 1.	Alur Riset	17
Gambar 4. 1.	Harga rata-rata (Rp/Kg) Ikan Kerapu Kabupaten Lampung 2014	23
Gambar 4. 2.	Harga rata-rata (Rp/Kg) Ikan Kerapu Kota Kupang 2018	24
Gambar 4. 3.	Kondisi Perairan Indonesia per 8 Desember 2019	27
Gambar 4. 4.	Peta Kesesuaian Lokasi Budidaya Keramba Jaring Apung di Perairan Teluk Prigi Hasil Penggabungan Bulan Maret dan Oktober 2016	29
Gambar 4. 5.	Ilustrasi Ponton Penampung Pakan Ikan	31
Gambar 4. 6.	Desain rancangan umum Tongkang Kerja & Pakan Ikan	32
Gambar 4. 7.	Desain Struktur Kandang Ikan Silindris GAATEM	36
Gambar 4. 8.	Desain Struktur Kandang Ikan Silindris	36
Gambar 4. 9.	Ilustrasi Sistem pemberian pakan terkontrol	38
Gambar 4. 10.	Ilustrasi Sistem Kontrol Parameter Oksigen Terlarut	42
Gambar 4. 11.	Ilustrasi Sistem Kontrol Parameter pH, Salinitas, dan suhu	43
Gambar 4. 12.	Ilustrasi Sistem Kontrol Parameter dalam Kandang Ikan	44
Gambar 4. 13.	Ilustrasi Sistem Perawatan	46
Gambar 4. 14.	Grafik peningkatan kebutuhan Pakan Ikan	52

Gambar 4. 15. Perbedaan Ukuran pelet	53
Gambar 5. 1. Benih Ikan Kerapu	57
Gambar 5. 2. Bagan harga Pakan tiap harga yang berbeda	58
Gambar 5. 3. Bagan biaya pengeluaran bahan bakar per kuartal 2021/2022	61
Gambar 5. 4. Bagan biaya pengeluaran bahan bakar per tahun (2022)	62
Gambar 5. 5. Bagan biaya pengeluaran bahan bakar per tahun	62
Gambar 5. 6. Grafik Harga Jual Ikan tergantung Musim per 2022	65
Gambar 5. 7. Bagan biaya pengeluaran bahan bakar per tahun	71
Gambar 5. 8. Bagan biaya pengeluaran bahan bakar per tahun	81
Gambar 5. 9. Penurunan Biaya CapEx Terhadap NPV	81
Gambar 5. 10. Bagan Kenaikan Harga Jual Ikan Terhadap NPV	82
Gambar 5. 11. Bagan Kenaikan Harga Jual Ikan Terhadap IRR	83



## DAFTAR TABEL

Tabel 1. 1.	Ringkasan Skenario Prediksi (000 ton)	1
Tabel 2. 1.	Jumlah Perusahaan Budidaya Perikanan Menurut Jenis Budidaya	5
Tabel 3. 1.	Analisa Studi Literatur	19
Tabel 4. 1.	Data lama pembiakan berdasarkan jenis ikan	21
Tabel 4. 2.	Data Deterministik harga berdasarkan jenis ikan	22
Tabel 4. 3.	Nilai Ekonomis Ikan	25
Tabel 4. 4.	Parameter Perairan untuk Ikan Kerapu	26
Tabel 4. 5.	Studi Perairan untuk Budidaya di Indonesia	27
Tabel 4. 6.	Pelabuhan Perikanan terdekat dari lokasi Budidaya Ikan	28
Tabel 4. 7.	Data Parameter Perairan Bulan Maret 2017	30
Tabel 4. 8.	Data Parameter Perairan Bulan Oktober 2017	30
Tabel 4. 9.	Jangkar, Rantai Jangkar dan Tali tambat	34
Tabel 4. 10.	Daftar Jangkar, rantai jangkar dan tali tambat	34
Tabel 4. 11.	Daftar Komponen Kandang Ikan	37
Tabel 4. 12.	Daftar Komponen pada perpipaan sistem	41
Tabel 4. 13.	Daftar Komponen Sistem	45
Tabel 4. 14.	Daftar Komponen pada perpipaan sistem	48
Tabel 4. 15.	Daftar Komponen Sistem Perawatan	48
Tabel 4. 16.	Daftar kebutuhan listrik pada Komponen guna sistem kelistrikan	49
Tabel 5. 1.	Data tentang salah satu produk Krakatau Steel	55
Tabel 5. 2.	Alokasi anggaran untuk gaji manajemen budidaya per Januari 2019	63
Tabel 5. 3.	Total Capital Expenditure (CapEx)	64
Tabel 5. 4.	Total Operational Expenditure (OpEx)	65
Tabel 5. 5.	Perhitungan Pemasukan Kas karena Penjualan	66
Tabel 5. 6.	Risiko yang terjadi	67
Tabel 5. 7.	Arus Kas 2020 – 2025	74
Tabel 5. 8.	Arus Kas 2026 – 2030	75
Tabel 5. 9.	Arus Kas 2031 – 2035	76
Tabel 5. 10.	Arus Kas 2034 – 2040	77
Tabel 5. 11.	Perbandingan dengan Usaha lainnya	84

“Lembar ini sengaja dikosongkan”

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1. Latar Belakang

Seiring dengan pertumbuhan ekonomi dan penduduk di dunia, kebutuhan pangan semakin bertambah setiap tahunnya. Menurut (FAO, 2013) tahun 2030 akan terjadi peningkatan konsumsi ikan beserta jumlah persediaan di dunia. Industri perikanan memiliki peran penting dalam menyediakan persediaan ikan guna mendukung peningkatan konsumsi ikan dunia. Permasalahan yang dapat terjadi pada ketika jumlah konsumsi ikan tidak melebihi jumlah persediaan maupun produksi ikan adalah suatu wilayah / negara harus impor ikan.

Tabel 1. 1. Ringkasan Skenario Prediksi (000 ton)

	TOTAL FISH SUPPLY		FOOD FISH CONSUMPTION	
	DATA 2008	PROJECTION 2030	DATA 2006	PROJECTION 2030
Capture	89,443	93,229	64,533	58,159
Aquaculture	52,843	93,612	47,164	93,612
Global total	142,285	186,842	111,697	151,771
Total broken down by region as follows				
ECA	14,564	15,796	16,290	16,735
NAM	6,064	6,472	8,151	10,674
LAC	17,427	21,829	5,246	5,200
EAP	3,724	3,956	3,866	2,943
CHN	49,224	68,950	35,291	57,361
JAP	4,912	4,702	7,485	7,447
SEA	20,009	29,092	14,623	19,327
SAR	6,815	9,975	4,940	9,331
IND	7,589	12,731	5,887	10,054
MNA	3,518	4,680	3,604	4,730
AFR	5,654	5,936	5,947	7,759
ROW	2,786	2,724	367	208

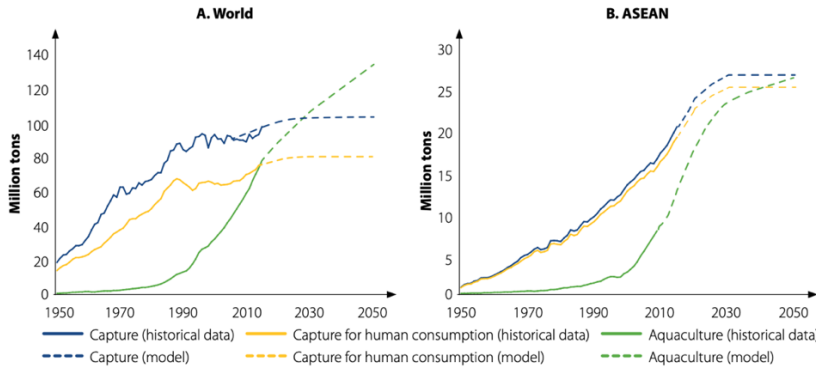
Source: IMPACT model projections.

Note: ECA = Europe and Central Asia; NAM = North America; LAC = Latin America and Caribbean; CHN = China; JAP = Japan; EAP = other East Asia and the Pacific; SEA = Southeast Asia; IND = India; SAR = other South Asia; MNA = Middle East and North Africa; AFR = Sub-Saharan Africa; ROW = rest of the world.

Sumber : (FAO, 2013)

Prediksi kebutuhan dan ketersediaan ikan pada tahun 2030 dibandingkan tahun 2008 dapat dilihat pada tabel 1.1. Beberapa wilayah seperti NAM, SAR, dan AFR akan mengalami defisit

persediaan ikan sehingga harus impor ikan dari wilayah yang surplus persediaan ikannya seperti CHN, SEA, dan LAC. Oleh karena itu, Industri perikanan harus meningkatkan jumlah produksi pada sektor penangkapan dan budidaya ikan.

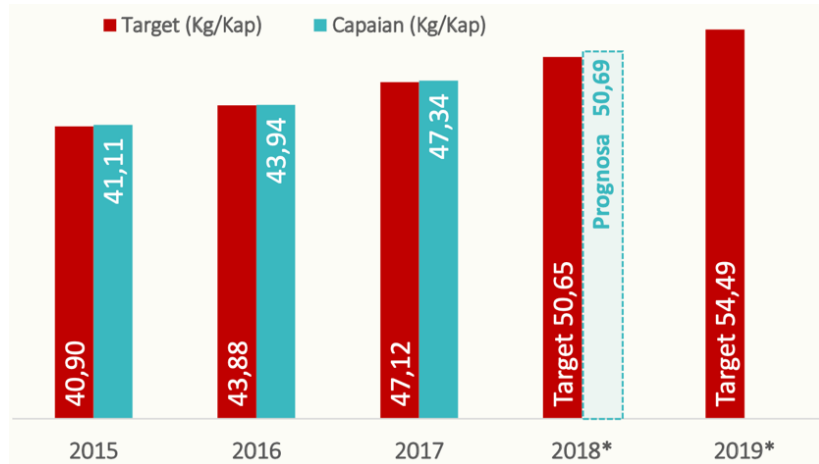


Gambar 1.1. Jumlah ikan tangkapan dan hasil akuakultur (selain tanaman air) di Dunia (A) dan ASEAN (B)

Sumber : (Chan, et al., 2017)

Gambar 1.1 menunjukkan prediksi kondisi sektor perikanan dunia hingga 2050. Kondisi secara dunia mengalami kenaikan hingga 2010 akan tetapi industri akuakultur akan meningkat pesat pada tahun 1990-2030. Ini menunjukkan potensi bahwa jika industry akuakultur tidak berkembang, maka persediaan ikan hasil tangkap tidak mampu mengimbangi kebutuhan ikan.

Usaha budidaya ikan sangat dibutuhkan. Akuakultur juga dapat menjamin jumlah produksi yang dapat diandalkan dalam segala musim sehingga dapat menjamin persediaan ikan suatu wilayah. Selain itu, jumlah kekayaan laut di dunia terbatas, itulah kenapa Akuakultur mengalami kenaikan jumlah pada abad ke 20 menurut (Chan, et al., 2017). Di ASEAN kenaikan jumlah ikan tangkapan mengikuti jumlah permintaan untuk ikan dikonsumsi, hal ini sangat berisiko untuk terjadi *overfishing* atau penangkapan yang berlebihan. Untuk menghindari terjadinya penangkapan ikan yang berlebihan, akuakultur harus diterapkan.



Gambar 1.2. Angka Konsumsi Ikan beserta target 2018-2019  
 Sumber : (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2018)

Indonesia dengan jumlah ratusan juta penduduk ditargetkan akan mengonsumsi sekitar 54,49 kg/Kap pada tahun 2019. Estimasi jutaan ton Ikan dibutuhkan guna memastikan ketahanan pangan Indonesia dalam sektor maritim. Meningkatnya permintaan menunjukkan pola bahwa Indonesia harus menerapkan teknologi dalam akuakultur beserta memperbanyak pelaku pemain di usaha pembiakan Ikan. Salah satu fasilitas menunjang dalam usaha akuakultur adalah keramba jaring apung. Teknologi ini sudah diterapkan di perairan Indonesia dengan jumlah banyak, bentuknya bervariasi mulai dari kotak hingga bundar dalam skala kecil maupun besar. Dalam akuakultur harus memperhatikan kondisi pembiakan ikan seperti kondisi lingkungan serta kebersihannya.

## 1.2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah yang akan dibahas dalam penelitian ini yaitu:

1. Dimanakah lokasi optimal dan ekonomis guna menjalankan akuakultur?
2. Apa sistem yang diperlukan guna menjaga kegiatan operasional akuakultur?
3. Bagaimana skema finansial supaya pembiakan ikan dengan akuakultur dapat menghasilkan untung?

### **1.3. Batasan Masalah**

Batasan masalah dibuat agar lingkup penelitian ini lebih fokus, yaitu:

1. Akuakultur diterapkan di perairan laut Indonesia
2. Penelitian yang berorientasi pada analisis ekonomi beserta teknologi yang diterapkan

### **1.4. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui lokasi yang tepat untuk menerapkan akuakultur
2. Untuk menghitung keperluan biaya kapitan untuk menjalankan akuakultur beserta sistemnya
3. Untuk menghitung keperluan biaya operasional guna menjalankan kegiatan akuakultur
4. Untuk menganalisis potensi keuntungan dari akuakultur.

### **1.5. Manfaat Penelitian**

Adapun keuntungan yang dapat diperoleh dari penelitian ini, keuntungan yang dimaksud berupa:

1. Untuk meningkatkan produksi dan suplai ikan di Indonesia
2. Menghasilkan Penelitian yang mendukung untuk penerapan akuakultur di perairan Indonesia
3. Memberi gambaran mengenai skema keuangan dan teknologi yang diperlukan untuk menjalankan akuakultur

## BAB II DASAR TEORI

### 2.1. Akuakultur

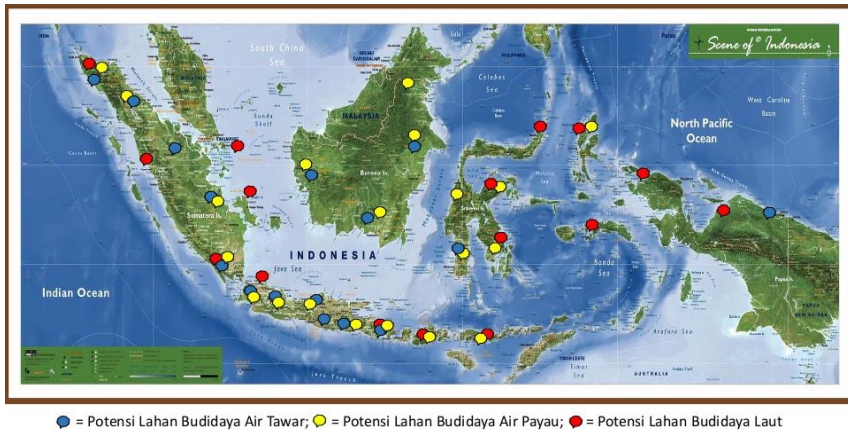
Indonesia merupakan negara kepulauan yang melimpah akan hasil alam dimana salah satu negara strategis dalam pengembangan akuakultur. Menurut data (Badan Pusat Statistik, 2019) pada tahun 2017 terdapat 257 perusahaan yang membiakkan ikan dengan Teknik akuakultur. Jumlah didominasi oleh pengembang dengan menggunakan tambak dan pembiakan pada laut tergolong cukup banyak daripada air tawar. Tabel 2.1 menunjukkan jumlah perusahaan yang masih menjalankan akuakultur cenderung bertambah berkurang dari tahun ke tahun tetapi pembudidayaan pada laut mengalami kenaikan. Tren kenaikan jumlah akuakultur pada laut menunjukkan adanya limitasi dan potensi dalam penerapan akuakultur di laut. Selain itu akuakultur didukung oleh meningkatnya budidaya benih ikan sehingga jumlah budidaya dengan tambak, air tawar, maupun air tawar dapat meningkat.

Tabel 2.1. Jumlah Perusahaan Budidaya Perikanan Menurut Jenis Budidaya

Jenis Budidaya	2000	2005	2010	2015	2017
Tambak	131	91	134	137	118
Pembenihan	67	30	54	75	82
Air Tawar	4	4	9	16	13
Laut	14	22	24	42	44
Jumlah	216	147	221	270	257

Sumber : (Badan Pusat Statistik, 2019)

Walau lautan Indonesia luas, bukan berarti semua perairan dapat dijadikan lahan akuakultur. Seperti yang diliput Surat Berita Pikiran Rakyat (Kusnadi, 2019), Jika gelombang dan ombak suatu perairan terlalu kuat, maka sangat berisiko jaring akan sobek sehingga ikan bisa kabur. Selain itu, keramba jaring apung rentan hanyut ketika jangkar tidak kuat menahan. Oleh karena itu perlu memperhatikan perairan yang tepat guna melakukan budidaya terutama yang terletak di pantai atau laut lepas.



*Gambar 2.1. Peta Potensi Budidaya Indonesia*  
 Sumber : (PETA POTENSI PERIKANAN BUDIDAYA INDONESIA, 2016)

Indonesia memiliki berbagai wilayah potensi budidaya ikan dimana ditunjukkan pada legenda pada gambar 2.1. Lokasi dibagi berdasarkan salinitas air, ada potensi lahan untuk air tawar, air payau maupun air laut. Banyak lokasi yang berpotensi untuk akuakultur terletak pada pulau Jawa serta banyak studi telah dilakukan pada beberapa titik untuk memastikan bahwa suatu perairan layak atau tidak. Studi dilakukan tidak hanya mengetahui layak tidaknya suatu perairan, tetapi juga tentang spesies ikan yang optimal untuk pembiakan di perairan tersebut.

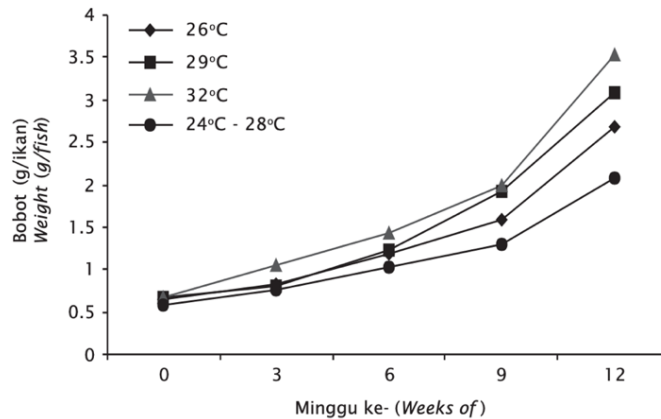
## 2.2. Parameter Perairan dalam Akuakultur

Dalam akuakultur terdapat faktor-faktor yang harus diperhitungkan dalam menjaga kualitas air guna memperoleh hasil ikan yang optimal, antara lain:

### 2.2.1. Suhu Air Permukaan

Setiap spesies ikan memiliki pertumbuhan suhu optimal masing – masing. Contohnya pada Ikan betutu, spesies ikan ini memiliki suhu optimal jika bertumbuh dengan keadaan air 32°C. Ikan betutu dapat bertahan jika hidup dalam perairan kondisi hingga 24°C, tetapi pertumbuhan berat ikan tidak sebesar pada kondisi ideal.



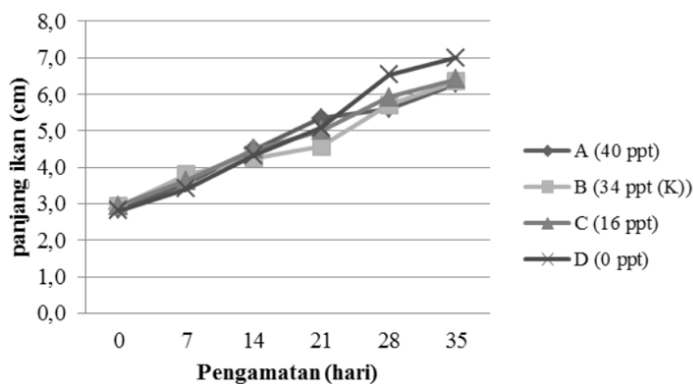


Gambar 2. 2. Pertambahan bobot rata-rata individu ikan betutu pada setiap perlakuan selama 12 minggu pemeliharaan

Sumber : (Taufik, Azwar, & Sutrisno, 2009)

### 2.2.2. Salinitas (Kadar Garam)

Tiap spesies ikan dapat bertahan hidup dalam keadaan salinitas yang berbeda. Suatu ikan dapat bertahan dalam kadar salinitas mendekati 0 ppt dapat dikatakan ikan air tawar sedangkan salinitas 35 ppt ke atas dikatakan ikan air laut. Pada penelitian yang dilakukan pada ikan kakap putih (Rayes, Sutresna, Diniarti, & Supii, 2013), Salinitas dapat mempengaruhi laju tumbuhnya suatu spesies ikan. Hasil dari penelitian menyatakan bahwa ikan kakap putih akan tumbuh lebih tinggi pada air tawar daripada air payau maupun air laut. Ini menunjukkan bahwa salinitas suatu air dapat mempengaruhi pertumbuhan ikan.

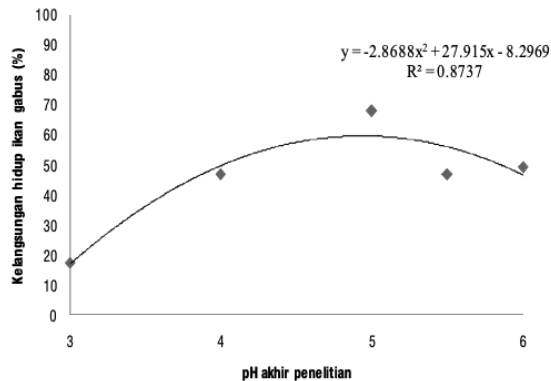


Gambar 2. 3. Pertumbuhan Panjang mutlak ikan kakap putih

Sumber : (Rayes, Sutresna, Diniarti, & Supii, 2013)

### 2.2.3. Keasaman (pH)

Keasaman yang ideal untuk pembiakan ikan adalah berbeda tiap spesies, tapi umumnya antara 6.0 – 8,5. Perubahan keasaman pada air bisa disebabkan karena turunnya kadar oksigen terlarut maupun kotoran ikan yang tidak dibersihkan. Jika dibiarkan, keasaman air akan naik dan menghambat pertumbuhan ikan. Contohnya pada ikan gabus, spesies yang tinggal di air rawa yang tergolong air payau dapat bertahan hingga keasaman 5 tetapi semakin asam maka kematian ikan juga bertambah.



Gambar 2. 4. Hubungan antara pH yang berbeda terhadap persentase kelangsungan hidup benih ikan gabus selama penelitian

Sumber : (Nisa, Marsi, & Fitriani, 2013)

### 2.2.4. Oksigen Terlarut

Ikan bernafas dengan menggunakan insang, tetapi juga menyerap oksigen yang terlarut di air. Jika kadar oksigen terlarut terlalu rendah, maka ikan akan tersesak, kondisi ini dinamakan hypoxia. Petanda ikan hypoxia adalah ikan akan ke permukaan untuk bernafas. Ketika ikan terlalu lama dalam kondisi hypoxia maka perlahan – lahan ikan akan mati. Untuk memastikan kadar oksigen terlarut terjaga, kepadatan pembiakan ikan harus dikontrol.

### 2.2.5. Kedalaman

Kedalaman perairan bukanlah faktor utama dalam pembiakan ikan, tetapi harus diperhatikan. Kedalaman mempengaruhi jumlah ikan yang dapat dibiakkan serta perbedaan kondisi antara permukaan dan air dalam. Selain itu sistem jangkar kandang ikan masih terbatas jarak jangkauan sehingga dianjurkan bukan kedalaman laut lepas, melainkan pesisir pantai yang hingga 20 meter.

#### 2.2.6. Kecepatan Arus Air & Gelombang

Kondisi perairan suatu daerah berbeda-beda. Penempatan yang tidak tepat dapat menyebabkan kerusakan pada struktur kandang ikan serta berisiko hanyut terbawa ombak. Selain itu, Kondisi ombak yang tinggi dan kuat membuat kegiatan pelaksanaan susah. Oleh karena itu alangkah baiknya jika penempatan akuakultur di kondisi perairan yang tidak membahayakan baik kepada operator maupun fasilitas akuakultur.

#### 2.2.7. Turbiditas

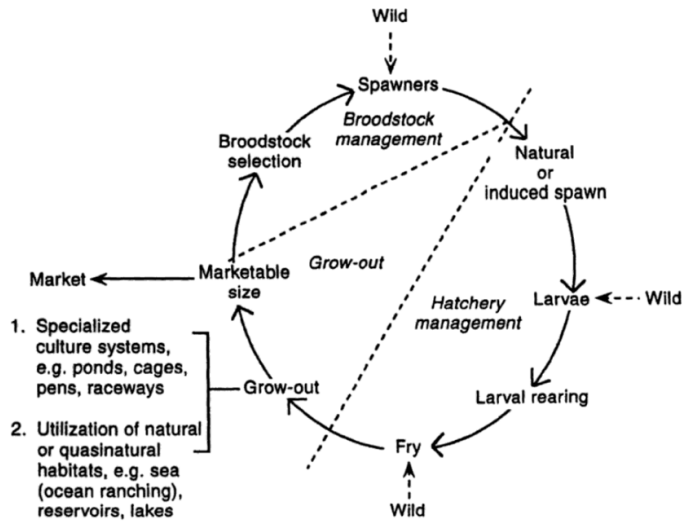
Turbiditas adalah faktor tingkat kekeruhan suatu perairan dimana akan mempengaruhi penetrasi / jumlah cahaya yang masuk. Jika suatu perairan terlalu keruh maka akan menghambat pertumbuhan tumbuhan laut serta fitoplankton. Kekeruhan dapat terjadi jika ada zat pencemar ikut terlarut dalam air, bisa berupa emulsi pakan yang tidak habis maupun sirkulasi air yang tidak baik sehingga kotoran menumpuk. Oleh karena itu, sangat dianjurkan jika air sering kali diganti / kotoran dibersihkan.

#### 2.2.8. Kebersihan Air

Kebersihan air sangatlah penting guna menunjang pertumbuhan ikan yang baik. Hal ini dibuktikan dengan studi yang dilakukan pada larva ikan kerapu bebek (Ismi, Setiadi, Wardoyo, & Tridjo, 2017), Minyak yang membentuk lapisan di atas air menyebabkan larva menetas lebih lama serta terdapat risiko lebih besar benih cacat dibandingkan benih yang tumbuh dengan perlakuan lainnya. Oleh karena itu, pembiakan ikan dengan akuakultur sebaiknya dilakukan jauh dari pemukiman atau sumber pencemaran.

### 2.3. **Pembiakan Ikan**

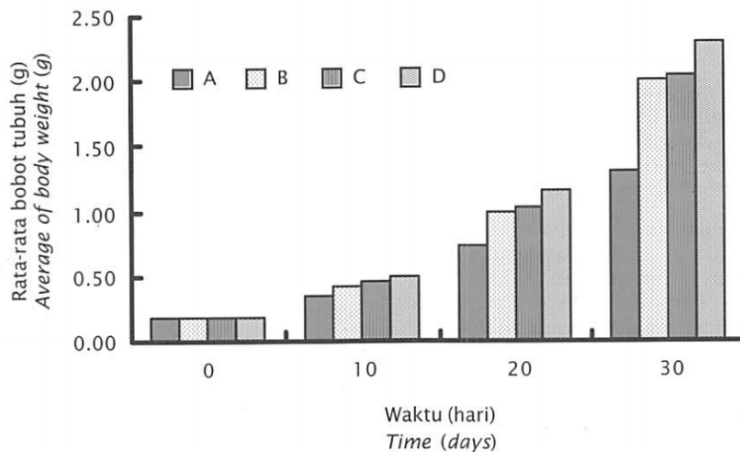
Proses pembiakan ikan haruslah bersifat natural, mengikuti siklus hidup suatu spesies. Telur ataupun bibit yang diperoleh dari alam dibesarkan secara natural supaya dapat bertumbuh hingga dewasa. Ketika ikan menjadi dewasa, ikan tersebut dapat menjadi induk baru untuk melahirkan telur ikan supaya siklus hidup ikan terjaga. Siklus hidup ikan dalam budidaya haruslah sebagai berikut:



Gambar 2. 5. Siklus pembiakan ikan dengan akuakultur  
 Sumber : (De Silva & Anderson, 1995)

Dalam akuakultur, siklus hidup ikan harus diperhatikan. Terdapat 3 fase dalam pembiakan ikan, yaitu manajemen pembibitan, pembesaran, dan manajemen stok induk. Praktik akuakultur yang umum adalah membeli benih dari tempat penetasan kemudian menumbuhkan hingga ukuran yang dapat dipasarkan. Praktik ini adalah hal yang paling umum dilakukan karena mereka menghasilkan keuntungan dari penjualan ikan dewasa untuk dikonsumsi. Adapun praktik pembibitan dimana fokus utamanya adalah penetasan telur dari induk serta menumbuhkannya hingga ukuran 10cm. Induk yang diambil bisa dari alam maupun hasil budidaya sendiri. Ciri – ciri induk pada umumnya adalah yang berbobot lebih dari 1 Kg dimana betina yang berukuran lebih besar daripada jantannya.

Dalam proses pembesaran ikan, pemberian makan ikan harus dikontrol dan diperhatikan. Ikan yang tumbuh setelah beberapa hari harus dilakukan *grading* atau uji mutu. Hal ini dilakukan untuk mengatur jumlah pangan yang diberikan kepada ikan serta meninjau ulang kondisi ikan supaya tidak terjadi kanibalisme dikarenakan perbedaan ukuran. Selain itu pada masa pertumbuhan awal, bibit ikan diberi makan dengan repetisi yang sebanyak mungkin. Dengan begitu, Bibit ikan akan bertumbuh dengan lebih pesat seperti hasil riset yang telah dilakukan di Balai Riset Perikanan Budidaya Laut, Gondol (Melianawati & Suwirya, 2006).

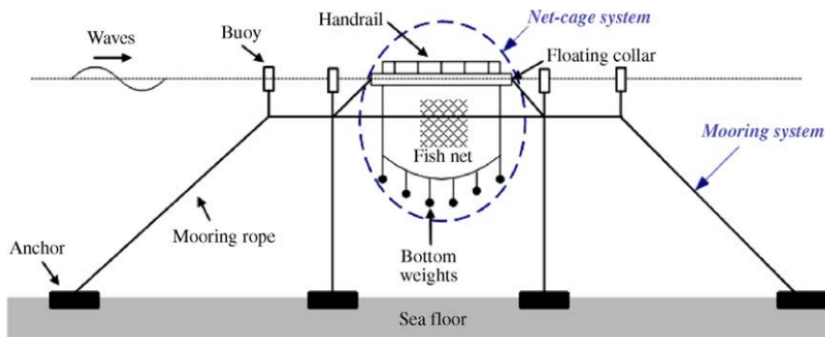


Gambar 2. 6. Rata-rata bobot tubuh yuwana kakap merah, *L. argentimaculatus* selama penelitian dengan perbedaan frekuensi pemberian pakan 2x (A), 4x (B), 6x (C), dan 8x (D)

Sumber : (Melianawati & Suwirya, 2006)

#### 2.4. Kandang Ikan

Teknologi dalam akuakultur sudah berkembang sehingga struktur lepas pantai dapat diimplementasikan. Pemiakan ikan lepas pantai sudah menjadi opsi yang dapat dilakukan dimana memberi keuntungan lebih daripada pemiakan di darat. Jika hendak memasang kandang ikan di perairan lepas pantai, bentuk struktur maupun kondisi perairan harus diperhatikan. Bentuk kandang yang umum digunakan dalam budidaya ikan sebagai berikut:



Gambar 2. 7. Skema Keramba Jaring Apung

Sumber : (Huang, Tang, & Liu, 2006)

Kandang ikan untuk budidaya memerlukan sistem jangkar yang tepat. Hal ini dikarenakan peletakan posisi kandang ikan di perairan yang berisiko terkena ombak maupun arus air. Kandang

yang diletakan pada perairan laut harus mampu terimbas kuat arus perairan. Jika sistem jangkar terlalu lemah, kandang ikan berisiko untuk hanyut dan merugikan pelaku budidaya. Selain itu, bentuk kandang mempengaruhi kuat lemahnya suatu struktur. Ada berbagai formasi yang dapat dibentuk dalam menyusun kandang ikan, yaitu:

#### 2.4.1. Kandang Ikan Kotak

Keramba Jaring Apung (KJA) berbentuk kotak merupakan bentuk yang umum digunakan dalam pembiakan ikan. Umumnya kotak yang dibuat berukuran 3 meter dengan kedalaman sekitar 3 meter. Inovasi dalam pipa HDSE membuat kandang berbentuk kotak ini dapat diterapkan di Laut. Selain itu kotak yang tersusun dapat di isi dengan spesies ikan yang lain bahkan perbedaan kedalaman dapat dimanfaatkan. Desain kandang ikan kotak sebagai berikut:



Gambar 2. 8. KJA Kotak AQUATEC  
Sumber : (AQUATEC, 2019)

#### 2.4.2. Kandang Ikan Bundar

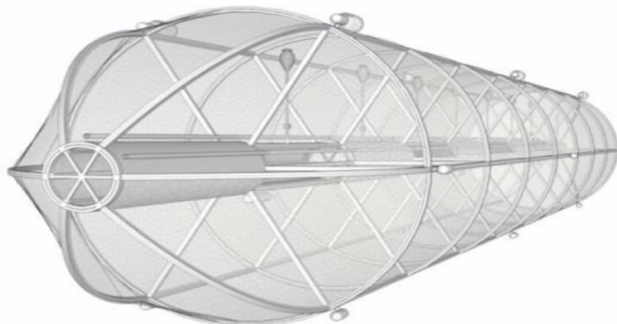
KJA bundar merupakan struktur paling umum jika diterapkan di perairan lepas pantai. Bentuk struktur KJA adalah oval / melingkar dimana spesies ikan yang dikembangkan seragam. Jumlah ikan dapat diatur dengan memperlebar diameter struktur. Keuntungan dari KJA bundar adalah ukuran dapat dimodifikasi sesuai kebutuhan akuakultur. Desain kandang ikan Bundar sebagai berikut:



Gambar 2. 9. KJA Bundar AQUATEC  
 Sumber : (AQUATEC, 2019)

### 2.4.3. Kandang Ikan Silindris

KJA Silinder merupakan desain yang tak lazim. Struktur yang digunakan tertutup jaring, tidak seperti KJA pada umumnya. Keuntungan dari KJA silinder adalah bentuknya yang memanjang, sehingga ukuran hingga 100 meter pun dapat dibuat selama diameter KJA Silinder tidak melebihi kedalaman suatu perairan. Desain kandang ikan silindris sebagai berikut:



Gambar 2. 10. KJA Silindris GAATEM  
 Sumber : (Beck, 2019)

## 2.5. Analisa Ekonomi

Dalam usaha akuakultur, perhitungan finansial adalah hal terpenting. Hal ini menentukan keberlangsungan dari suatu usaha hingga beberapa tahun ke depan. Oleh karena itu, beberapa tolak ukur dalam analisa ekonomi diperlukan.

### 2.5.1. Cumulative Cash Flows (CCF)

CCF adalah ukuran guna menentukan jumlah uang yang digunakan dalam suatu periode waktu. Perputaran uang yang dikeluarkan maupun pemasukan yang didapatkan dari suatu usaha. Indikasi keuangan suatu usaha yang sehat adalah nilai CCF yang

positif. CCF positif melambangkan perusahaan memiliki pendapatan serta mempunyai kas yang dapat digunakan untuk dana cadangan sehingga usaha dapat berjalan tanpa ada risiko kehabisan uang.

#### 2.5.2. *Net Present Value (NPV)*

NPV adalah nilai arus kas bersih yang didapat setelah dideduksi oleh suku bunga diskonto dalam suatu investasi. Suatu investasi dianggap menguntungkan jika nilai NPV positif, semakin besar nilainya semakin menguntungkan. Sebagai contoh, sebuah pabrik membutuhkan dana untuk membeli sebuah mesin produksi, mereka hendak meminjam uang dari bank untuk modal membeli mesin tersebut. Jika hasil perhitungan NPV menunjukkan angka positif, maka mesin tersebut dibeli.

#### 2.5.3. *Internal rate of return (IRR)*

IRR memiliki kesamaan dengan NPV, tapi nilai aliran kas yang diterima sudah tidak dideduksi oleh suku bunga diskonto dalam suatu investasi. Berbeda dengan kondisi NPV dimana menggunakan modal pinjaman, IRR adalah perhitungan dimana modal digunakan berasal dari kas sendiri sehingga tidak ada pengurangan karena suku bunga pinjaman.

#### 2.5.4. *Payback Period (PP)*

PP adalah tolak ukur dalam waktu yang dibutuhkan untuk membayar kembali nilai yang dikeluarkan untuk suatu investasi. Usaha yang menggunakan modal untuk investasi tentu berharap uang yang semula diinvestasikan akan kembali. PP menunjukkan jangka waktu yang dibutuhkan suatu usaha untuk balik modal. Waktu yang dibutuhkan dapat berbeda-beda pada setiap jenis usaha, tapi semakin cepat PP semakin sehat arus kas investor.

#### 2.5.5. *Operational Expenditure (OpEx)*

OpEx adalah biaya dan pengeluaran yang digunakan untuk menjalankan suatu usaha. Bahan yang dibutuhkan maupun biaya bulanan yang harus dikeluarkan guna menunjang suatu usaha untuk dapat berjalan. Biaya yang dimaksud berupa biaya produksi seperti listrik hingga biaya ketenagakerjaan. Suatu bisnis yang baik tidak boros dalam pengeluaran OpEx sehingga dapat menghasilkan keuntungan.



#### 2.5.6. *Capital Expenditure (CapEx)*

CapEx adalah biaya untuk nilai investasi awal pada suatu usaha. Fasilitas dan perlengkapan merupakan aset yang dibeli perusahaan dengan harapan uang yang dikeluarkan dapat menunjang operasional perusahaan serta dapat menghasilkan uang lebih banyak. Semakin banyak perlengkapan yang dibeli untuk membeli aset, semakin besar kebutuhan CapEx suatu perusahaan.

#### 2.5.7. *Cost Benefit Ratio (CBR)*

CBR adalah rasio dimana kelayakan suatu biaya guna investasi. CBR menunjukkan potensi pengeluaran yang dibutuhkan beserta nilai keuntungan yang didapatkan pada tiap pengeluarannya. Tiap usaha mempunyai berbagai solusi beserta CBR masing – masing, sehingga CBR berfungsi dalam petunjuk bahwa seberapa besar biaya investasi yang tepat guna untuk menghasilkan keuntungan maksimum. Keuntungan bisa berupa potensi pemasukan maupun keuntungan lainnya.

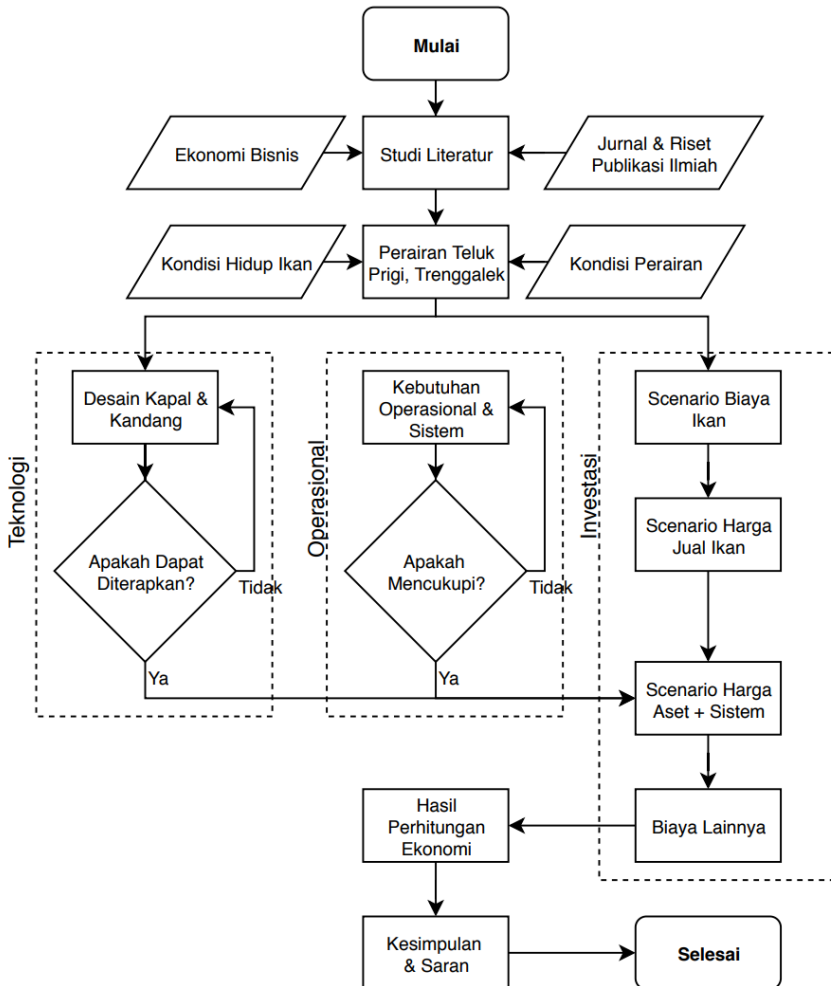
#### 2.5.8. *Weighted average cost of capital (WACC)*

WACC adalah biaya yang dikeluarkan suatu usaha untuk membagi keuntungan kepada seluruh pemegang saham. WACC bisa berbeda tiap organisasi. Hal ini disebabkan oleh kesepakatan antara pemegang saham/modal dengan perusahaan apakah dana hasil keuntungan dibagi atau ditanam balik ke kas perusahaan. Semakin besar WACC semakin menguntungkan bagi pemegang saham, tetapi dapat menghambat pertumbuhan usaha.

“Lembar ini sengaja dikosongkan”

### BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Pengerjaan yang akurat memerlukan proses yang terstruktur supaya proses pengerjaan lebih terarah dan sistematis. Dalam bab metodologi penelitian ini, terdapat alur dan tahapan yang dilalui guna mendapatkan hasil. Berikut alur dari penelitian ini:



Gambar 3. 1. Alur Riset

### 3.1. Studi Literatur

Studi Literatur yang digunakan dalam riset ini adalah perpaduan pemahaman dari sisi Teknik maupun Biologis beserta perhitungan ekonominya. Segi biologi membahas tentang kondisi ikan yang layak supaya pertumbuhan optimal. Segi Teknik membahas tentang sistem yang dapat diterapkan. Segi ekonomi membahas biaya – biaya yang perlu dikeluarkan serta skenario keuangan supaya usaha akuakultur dapat berjalan. Berikut Literatur utama yang digunakan sebagai referensi beserta analisis:

Judul Literatur/Buku	Bahasan	Sumber
Pertumbuhan Ikan Kerapu(Serranidae) pada Keramba Jaring Apung di Perairan Pesisir Teluk Kodek Desa Malaka Lombok Barat	Kelebihan: +) Menunjukkan Potensi Pembiakan Ikan Kerapu beserta laju pertumbuhan dan pemberian pakan  Kekurangan: -) Pembudidayaan Species Ikan bercampur dengan spesies lain	(Langkosono, 2006)
Penentuan Lokasi Budidaya Keramba Jaring Apung Di Perairan Teluk Prigi Kabupaten Trenggalek Dengan Pendekatan Sistem Informasi Geografis	Kelebihan: +) Analisa Parameter perairan baik kondisi kimia maupun geografisnya  Kekurangan: -) Analisa terlalu general, tidak spesifik terhadap satu spesies ikan.	(Mahaputra, Armono, & Zikra, 2019)
Ship Design and Construction Vol.I	Kelebihan: +) Menjelaskan Perhitungan LWT beserta DWT kapal  Kekurangan: -) Tidak menjelaskan perhitungan biaya pembuatan kapal	(Parsons, 2003)
Dynamical analysis of net cage structures for marine aquaculture: Numerical simulation and model testing	Kelebihan: +) Menjelaskan dampak penggunaan Keramba Jaring Apung pada kondisi arus kuat	(Huang, Tang, & Liu, 2006)

	<p>Kekurangan:          -) Desain utama hanya pada keramba jaring apung, tidak melakukan eksperimen lain pada jenis kandang ikan lainnya</p>	
<p>DESAIN RANCANG BANGUN FEED BARGE SEBAGAI MEDIA PEMBANTU BUDIDAYA PERIKANAN LEPAS PANTAI</p>	<p>Kelebihan:          +) Mendesain tongkang pengangkut pakan ikan</p> <p>Kekurangan:          -) Kapasitas muatan yang tidak tepat untuk budidaya pada laut dengan gelombang tinggi</p>	<p>(Hildawan, Basuki, &amp; Soejitno, 2018)</p>
<p>PENENTUAN HARGA POKOK PELAYANAN TUGBOAT SERVICE PADA PT X DENGAN MENGGUNAKAN METODE TIME-DRIVEN ACTIVITY-BASED COSTING</p>	<p>Kelebihan:          +) Mengkalkulasi biaya suatu jasa penyewaan tugboat</p> <p>Kekurangan:          -) Biaya sewa berupa harga Time Charter, bukan Freight Charter</p>	<p>(FAHAD, 2016)</p>
<p>HULL'S MANUFACTURING COST STRUCTURE</p>	<p>Kelebihan:          +) Formula dalam perhitungan biaya pengerjaan lambung kapal</p> <p>Kekurangan:          -) Riset dilakukan pada negara yang berbeda dimana harga dapat berbeda</p>	<p>(Leal &amp; Gordo, 2017)</p>

Tabel 3. 1. Analisa Studi Literatur

Berdasarkan studi Literatur yang telah didapatkan, berbagai referensi untuk Analisa teknologi dan ekonomi telah didapatkan. Analisa yang didapat berupa kondisi biologis Ikan Kerapu beserta perairan yang tepat dan strategis, sistem yang dibutuhkan beserta parameter kontrol, dan analisa budidaya ikan dari segi ekonomi.

### **3.2. Analisa Teknologi**

Berdasarkan studi Literatur yang telah didapatkan, parameter yang harus dikontrol dapat ditetapkan. Analisa teknologi didasari oleh kebutuhan dalam pengoperasian akuakultur serta kebutuhan biologis ikan. Jika salah satu parameter tidak terkontrol maka pertumbuhan ikan dapat terganggu dan menyebabkan nilai ekonomi ikan turun. Semakin banyak parameter yang dapat dikontrol, semakin bagus desain sebuah sistem.

### **3.3. Analisa Ekonomi**

Analisa Ekonomi didapatkan ketika sudah mengetahui kandang yang digunakan, sistem yang diterapkan, spesies yang dikembangkan, maupun pengeluaran karena perawatan suatu alat dan sistem. Untuk mengetahui spesies yang menguntungkan, maka perlu dilakukan perbandingan harga serta lama pertumbuhan pembiakan ikan. Ketika sudah menemukan spesies ikan yang ekonomis maka kalkulasi keramba jaring apung beserta struktur pendukungnya perlu dilakukan. Struktur ini berguna untuk keberlangsungan pekerja serta penempatan fasilitas dan permesinan yang menunjang kegiatan operasional budidaya ikan. Setelah menentukan semua kebutuhan fasilitas baik dari alat maupun bahan, Perhitungan tiap komponen dapat dilakukan.

### **3.4. Perhitungan Investasi**

Perhitungan Investasi dilakukan ketika semua komponen baik alat dan bahan untuk kegiatan operasional akuakultur sudah terdata. Data yang dibutuhkan berupa jumlah material yang diperlukan, harga per material, lama pengerjaan serta skema keuangan yang budidaya ikan ini hendak lakukan. Dalam perhitungan selanjutnya, Riset berfokus pada skenario dimana usaha budidaya ikan dapat menghasilkan keuntungan optimal.

## BAB IV ANALISA KAPAL & SISTEM GUNA AKUAKULTUR

### 4.1. Spesies Ikan yang Dibiakkan

Analisa deduktif hendak dilakukan untuk menentukan spesies ikan yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi serta waktu pembiakan yang secepat mungkin. Analisa dilakukan dengan mereferensikan jurnal yang sudah dipublikasikan serta data – data dari Badan Pusat Statistika Republik Indonesia. Hal ini dilakukan supaya data yang diperoleh akurat serta hasil yang diperoleh melalui perhitungan dan pendekatan teoretis tidak berbeda jauh dari kondisi lapangan. Ada faktor yang mempengaruhi perbedaan antara hasil perhitungan dengan kondisi lapangan, bisa dikarenakan faktor internal berupa jenis spesies ikan maupun kualitas dari bibit yang didapatkan hingga faktor eksternal berupa kondisi perairan dan parameternya. Kesalahan dalam pemilihan spesies ikan dapat menghasilkan kerugian ekonomi pada pembudidayaan ikan. Oleh karena itu, Pemilihan nilai ekonomi suatu ikan adalah penting dengan mempertimbangkan laju pertumbuhan serta nilai jual suatu ikan.

#### 4.1.1. Perbandingan Pertumbuhan Pembiakan

Untuk membiakkan ikan dengan pertumbuhan optimal, pemilihan ikan perlu dilakukan. Seleksi spesies ikan dilakukan berdasarkan riset yang telah dilakukan pada ikan hasil budidaya dengan keramba jaring apung. Ikan akan dipilih berdasarkan cepat laju pertumbuhan supaya memiliki nilai komersial yang tinggi. Ikan yang memiliki nilai komersial tinggi menunjukkan keuntungan secara ekonomi serta investasi yang dikeluarkan untuk membesarkan ikan akan kembali untung dengan cepat.

Tabel 4. 1. Data lama pembiakan berdasarkan jenis ikan

Nama Ikan	Laju Pertumbuhan	Sumber
Kerapu Bebek	0,98 gram / hari	(Langkosono, 2006)
Kerapu Macan	1,39 gram / hari	(Langkosono, 2006)
Kerapu Lumpur	2,92 gram / hari	(Langkosono, 2006)
Kakap Putih	0,63 gram / hari	(Yaqin, Santoso, & Saputra, 2018)
Kakap Putih	2,68 gram / hari	(Hendrianto, Siregar, Muhlis, & Darmono, 2018)

Berdasarkan perbandingan dari sampel yang didapat perihal pertumbuhan ikan dalam akuakultur, Ikan Kerapu Lumpur merupakan ikan dengan pertumbuhan paling pesat. Hal ini disebabkan karena perbedaan spesies menentukan perbedaan laju pertumbuhan dan pertumbuhan suatu ikan dapat distimulus baik dari faktor luar maupun dari faktor genetika suatu ikan sendiri. Bahkan ikan dengan satu spesies yang sama dapat memiliki laju pertumbuhan yang berbeda, contohnya ikan kerapu bebek dengan ikan kerapu lumpur.

#### 4.1.2. Perbandingan Harga

Nilai Jual Ikan mengalami fluktuasi berdasarkan musim maupun daerah penjualannya. Selain musim, lokasi penjualan menentukan harga pasar dari suatu komoditas ikan baik ikan hasil tangkapan maupun hasil budidaya. Berikut data hasil penjualan Ikan berdasarkan sampel yang didapatkan melalui Badan Pusat Statistika Republik Indonesia pada wilayah tertentu secara acak:

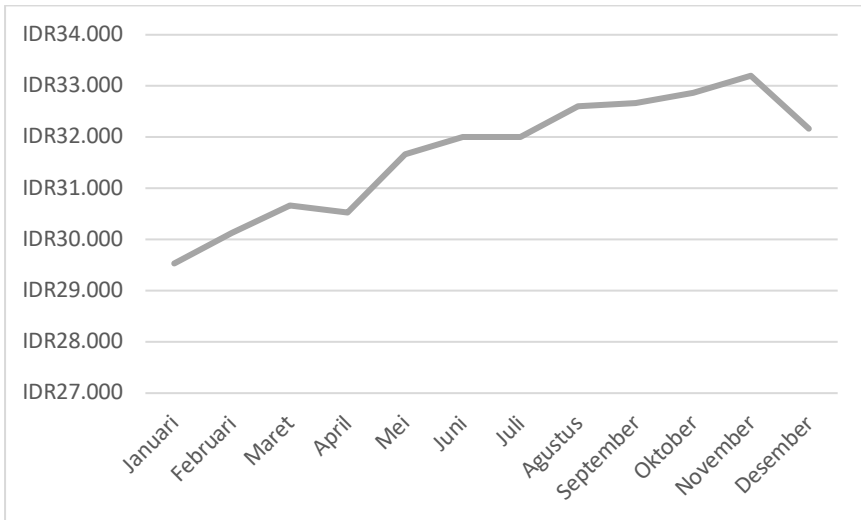
Tabel 4. 2. Data Deterministik harga berdasarkan jenis ikan

No.	Nama Ikan	Harga Jual	Sumber
1	Ikan Kerapu	Rp 68.766 / Kg	(Badan Pusan Statistika Provinsi Nusa Tenggara Timur, 2019)
2	Ikan Kerapu	Rp 25.000 – 44.333 / Kg	(Badan Pusat Statistika Provinsi Lampung, 2019)
3	Ikan Kakap	Rp 45.000 / Kg	(Badan Pusat Statistik Kabupaten Situbondo, 2019)
4	Ikan Kakap	Rp 25.000 – 50.000 / Kg	(Badan Pusan Statistik Provinsi Lampung, 2019)

Pemilihan lokasi harga penjualan ikan diambil secara acak. Lokasi yang diambil merupakan lokasi yang sudah memiliki rekap data perihal ikan yang dijual maupun harga jualnya. Hal ini bertujuan supaya mendapatkan gambaran harga yang tepat untuk menjual suatu ikan berdasarkan harga pasar secara eceran. Pendekatan ini tidak sempurna karena bukan merupakan rata-rata harga nasional, tetapi perlu diperhatikan bahwa harga ikan setiap daerah berbeda. Contohnya pada daerah lampung dengan daerah lainnya, Harga ikan kerapu bisa berbeda jauh dibandingkan harga di provinsi lain. Ini disebabkan karena sebagian besar masyarakat di lampung memiliki profesi sebagai nelayan. Oleh karena itu harga

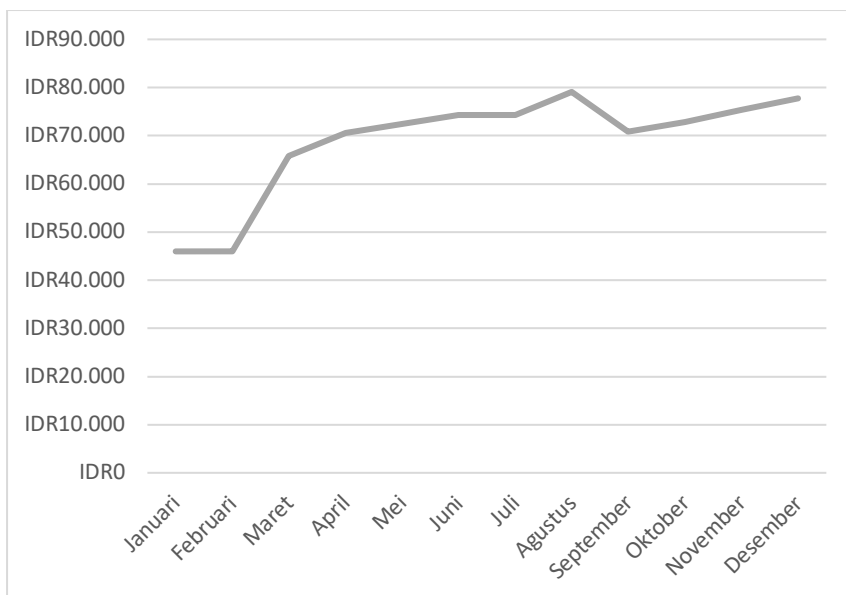


ikan akan menyesuaikan suatu daerah yang dijual dimana suplai harus seimbang dengan permintaan.



Gambar 4. 1. Harga rata-rata (Rp/Kg) Ikan Kerapu Kabupaten Lampung 2014  
Sumber : (Badan Pusat Statistika Provinsi Lampung, 2019)

Musim mempengaruhi harga Jual Ikan baik segar maupun tak segar. Pada sampel yang diambil pada tahun 2014 pada kabupaten lampung, harga jual ikan tak segar meningkat seiring akhir tahun. Hal ini menunjukkan Ikan akan memiliki nilai ekonomis tertinggi pada akhir bulan November sedangkan nilai terendah pada bulan januari. Rata-rata harga ikan adalah IDR 31.670,- pada tahun 2014 sedangkan harga pada nilai terendah adalah IDR 29.533,- yaitu 6,7% dibawah harga rata-rata. Kemudian harga tertinggi dicapai sebesar IDR 33.200,-, yaitu 4,8% diatas harga rata-rata. Dikarenakan siklus pembiakan terbagi menjadi 2 kali, semester pertama dan semester kedua. Ekspetasi harga jual yang mengikuti harga pasar akan menyesuaikan kondisi musim.



Gambar 4. 2. Harga rata-rata (Rp/Kg) Ikan Kerapu Kota Kupang 2018  
 Sumber : (Badan Pusan Statistika Provinsi Nusa Tenggara Timur, 2019)

Harga jual Ikan kondisi segar mempunyai nilai jual yang berbeda dari harga ikan tak segar. Pada kota kupang, harga jual ikan kerapu kondisi segar memiliki nilai hingga IDR 79.089,- pada bulan Agustus sedangkan harga terendah pada bulan Januari sebesar IDR 45.973,-. Harga rata – rata pada tahun 2018 adalah IDR 68.766,- dimana mengalami penurunan hingga 33% pada bulan Januari dan kenaikan hingga 115% pada bulan Agustus. Gambar 4.1 dan 4.2 memiliki kesamaan dimana harga jual ikan pada semester pertama adalah terendah dan harga jual pada semester ke 2 adalah tertinggi.

#### 4.1.3. Pemilihan Spesies Ikan

Berdasarkan Laju pertumbuhan spesies ikan yang didapat serta harga ikan di beberapa daerah, Nilai Ekonomis suatu jenis ikan dapat ditentukan. Hasil yang didapat berupa Ikan Kerapu memiliki nilai lebih menguntungkan daripada ikan Kakap. Selain itu, Risiko dimana pertumbuhan tidak maksimal dengan harga jual rendah menunjukkan bahwa ikan kakap memiliki risiko lebih tinggi dibandingkan ikan kerapu. Oleh karena itu, pembudidayaan ikan Kerapu akan dilakukan.

Tabel 4. 3. Nilai Ekonomis Ikan

No.	Nama Ikan	Laju Pertumbuhan	Harga Jual	Nilai Ekonomis
1	Ikan Kerapu (Skenario Buruk)	0,98 gram / hari	Rp 25.000 / Kg	Rp 24,5 / hari
2	Ikan Kerapu (Skenario Baik)	2,92 gram / hari	Rp 68.766 / Kg	Rp 200,8 / hari
3	Ikan Kakap (Skenario Buruk)	0,63 gram / hari	Rp 25.000 / Kg	Rp 15,75 / hari
4	Ikan Kakap (Skenario Baik)	2,68 gram / hari	Rp 50.000 / Kg	Rp 134 / hari

Berdasarkan perbandingan nilai ekonomis ikan beserta laju pertumbuhannya, spesies ikan yang dipilih adalah Ikan Kerapu. Ikan kerapu memiliki nilai harga jual yang tinggi serta memiliki laju pertumbuhan yang pesat, menjadikan ikan yang memiliki keuntungan secara finansial untuk dibiakkan. Selain itu perlu mempertimbangkan risiko jika harga ikan turun beserta laju pertumbuhan yang pelan. Hal ini penting karena memperhitungkan faktor pertumbuhan ikan mengalami hambatan serta harga pasar sedang turun. Serta harga jual ikan pada tiap bulan / musim berbeda sehingga harus mengantisipasi perubahan harga akibat musim jual ikan.

#### 4.2. Pemilihan Perairan Pembiakan

Analisa deduktif hendak dilakukan untuk penentuan perairan yang optimal. Seleksi Perairan akan dilakukan berdasarkan keadaan optimal Ikan Kerapu untuk bertumbuh serta perairan yang telah dilakukan studi kelayakan.

##### 4.2.1. Ikan Kerapu

Tiap spesies ikan memiliki kondisi hidup yang berbeda-beda. Ada yang dapat hidup di air salinitas tinggi (air laut) maupun ada yang hanya bisa hidup di air salinitas rendah (air tawar). Ikan Kerapu merupakan Ikan yang dapat ditemukan di laut. Jenis ikan ini dapat bertahan dengan kondisi salinitas tinggi. Selain itu, beberapa kondisi harus dipenuhi, berdasarkan riset yang dilakukan pada ikan kerapu macan pada sirkulasi tertutup (Mustafa, Hajini, Senoo, & Kian, 2015) . Parameter yang harus diperhatikan adalah:

Tabel 4. 4. Parameter Perairan untuk Ikan Kerapu

No.	Parameter	Nilai
1	Suhu	26.4 – 28.9 °C
2	pH	7.2 – 7.5
3	Salinitas	29.7 – 31.0%
4	Oksigen Terlarut	5.8 – 6.4 ppm

Parameter – parameter tersebut adalah kondisi ideal dimana ikan kerapu dapat hidup. Jika salah satu parameter tersebut berbeda maka akan mempengaruhi pertumbuhan ikan hingga berakibat fatal seperti tingkat kematian yang tinggi. Dikarenakan posisi pembiakan di tengah laut, maka faktor utama dan terpenting dalam pembiakan ini adalah oksigen terlarut. Oksigen terlarut ini penting guna keberlangsungan hidup ikan di air. Ketika Oksigen air terlarut turun, Ikan akan berada dalam posisi *Hypoxia* dan mati karena sesak nafas. Oleh karena itu sangatlah penting untuk menjaga parameter perairan terutama oksigen terlarut.

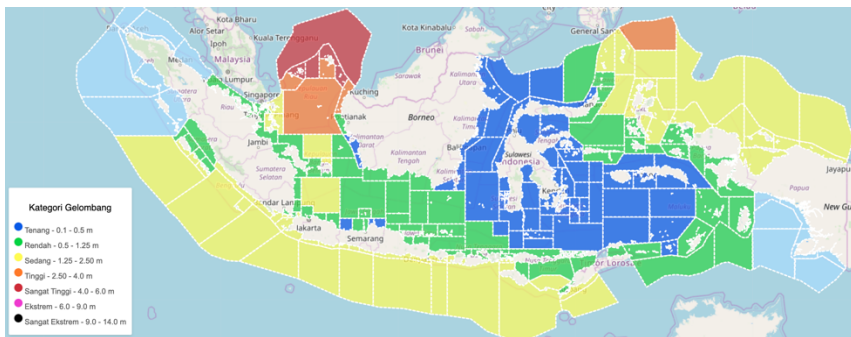
#### 4.2.2. Perairan yang Layak

Untuk menentukan kondisi akuakultur yang optimal, pemilihan suatu perairan dilakukan. Seleksi perairan dilakukan berdasarkan riset yang telah dilakukan pada perairan di Indonesia berdasarkan hasil uji sampel ke lokasi perairan. Perairan akan dipilih berdasarkan kondisi hidup ikan yang layak serta kesesuaian suatu perairan untuk menerapkan akuakultur.

Tabel 4. 5. Studi Perairan untuk Budidaya di Indonesia

No.	Lokasi	PP Terdekat
1	Teluk Lampung, Pulau Tegal	(Anggraini, Damai, & Hasani, 2018)
2	Teluk Pandan, Pulau Tegal	(Valentino, Damai, & Yulianto, 2018)
3	Teluk Prigi, Trenggalek	(Mahaputra, Armono, & Zikra, 2019)
4	Pulau Pari, Kepulauan Seribu	(Ghani, Hartoko, & Wisnu, 2015)
5	Pulau Karimunjawa & Kemujan	(TISKIANTORO, Prayitno, & Hartoko, 2019)

Perairan yang dipilih haruslah berdasarkan riset yang pernah dilakukan, dalam arti pernah dilakukan studi kelayakan untuk akuakultur. Pemilihan ini bertujuan agar memastikan kondisi dan kualitas perairan sesuai dan tidak menghambat faktor pertumbuhan ikan. Kemudian perairan yang dipilih haruslah memiliki kedalaman yang cukup, hal ini bertujuan supaya dapat memanfaatkan kandang selam dimana bisa menyelam hingga kedalaman tertentu jika kondisi perairan membahayakan. Oleh karena itu, perairan yang dipilih harus berdasarkan studi yang benar dan pemilihan yang matang.



Gambar 4. 3. Kondisi Perairan Indonesia per 8 Desember 2019  
 Sumber : (Pusat Meteorologi Maritim, 2019)

Akan tetapi perlu diperhatikan beberapa perairan di Indonesia memiliki kondisi perairan yang berbahaya, contohnya laut selatan Jawa. Laut selatan merupakan perairan di wilayah selatan Indonesia dimana ombak yang tinggi berasal dari Samudra Hindia. Seperti berita yang pernah diliput (Kusnadi, 2019), Keramba Jaring Apung di pantai Pangandaran rusak karena terpaan gelombang pantai selatan. Ombak di pantai selatan bisa mencapai 2,5 meter. Oleh karena itu sangatlah dianjurkan jika menghindari pengoperasian pembiakan ikan pada daerah bergelombang tinggi kecuali menggunakan kandang yang dapat menyelam.

#### 4.2.3. Pelabuhan Perikanan (PP)

Suatu lokasi budidaya ikan dianjurkan dekat dengan pelabuhan perikanan. Hal ini bertujuan supaya proses bongkar muat ikan dapat terlaksanakan dengan mudah serta memanfaatkan fasilitas dan logistik yang sudah ada. Selain itu, pelabuhan perikanan dibagi berdasarkan ukuran kapal ikan yang hendak berlabuh, diatur dalam PER.08/MEN/2012 (Kementerian Kelautan

dan Perikanan Republik Indonesia, 2019). Oleh karena itu, Pelabuhan Perikanan Samudra dan Nasional merupakan sarana logistik yang tepat dan akurat untuk berlabuhnya kapal penampung ikan hasil budidaya dalam jumlah yang banyak.

Menurut data pelabuhan perikanan nusantara yang diperoleh di (Pusat Informasi Pelabuhan Perikanan, 2019), Pelabuhan perikanan yang dekat dengan lokasi budidaya ikan dijabarkan sebagai berikut:

Tabel 4. 6. Pelabuhan Perikanan terdekat dari lokasi Budidaya Ikan

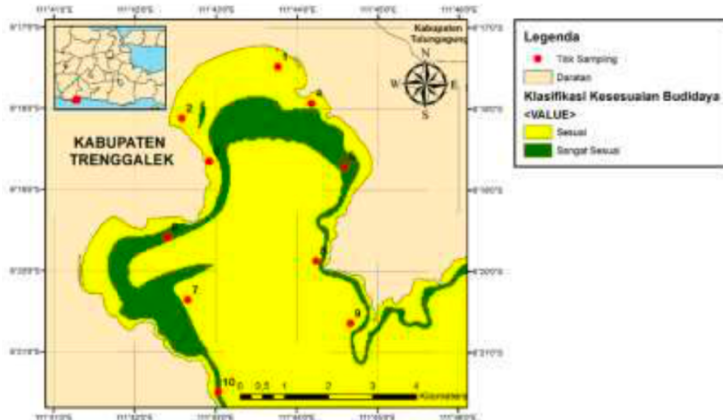
No.	Lokasi	PP Terdekat	Jarak
1	Teluk Lampung, Pulau Tegal	PPN.Karangantu	Est. 100 mil
2	Teluk Pandan, Pulau Tegal	PPN.Karangantu	Est. 100 mil
3	Teluk Prigi, Trenggalek	PPN.Prigi	Est. 5 mil
4	Pulau Pari, Kepulauan Seribu	PPN.Karangantu	Est. 40 mil
5	Pulau Karimunjawa & Kemujan	PPN.Pekalongan	Est. 90 mil

Pemilihan Pelabuhan haruslah tepat supaya mempermudah kegiatan logistik dalam pembudidayaan ikan. Ikan yang dipanen dalam jumlah banyak membutuhkan sarana logistik yang tepat supaya dapat didaratkan di suatu pelabuhan. Jauh dekatnya suatu lokasi pendaratan ikan menyebabkan biaya yang dikeluarkan untuk panen semakin besar. Selain itu, tidak semua lokasi ideal. Ada yang jauh dari pelabuhan terdekat, adapun yang dekat tetapi di laut selatan.

#### 4.2.4. Pemilihan Perairan Budidaya Ikan Kerapu

Berdasarkan analisis pada tabel 4.4 hingga 4.6, Lokasi yang tepat untuk pembudidayaan ikan adalah di Teluk Prigi. Lokasi teluk Prigi dinyatakan strategis untuk menjalankan budidaya ikan serta logistiknya yang dekat dengan pelabuhan perikanan akan mempermudah proses operasional akuakultur dalam jangka Panjang. Akan tetapi, parameter untuk kelangsungan hidup ikan kerapu harus diperlukan. Kondisi perairan di Prigi berada di atas kondisi hidup optimal ikan Kerapu baik dari secara suhu, salinitas, dan derajat keasaman. Selain itu, kondisi perairan pada bulan Oktober harus diperhatikan karena tinggi ombak hingga 1,3 meter.

Oleh karena itu, Sistem permesinan penunjang pembiakan ikan kerapu sangat dibutuhkan.



Gambar 4. 4. Peta Kesesuaian Lokasi Budidaya Keramba Jaring Apung di Perairan Teluk Prigi Hasil Penggabungan Bulan Maret dan Oktober 2016  
Sumber : (Mahaputra, Armono, & Zikra, 2019)

Gambar 4.4 menunjukkan posisi ideal pada teluk Prigi guna kegiatan pembiakan ikan. Warna kuning melambangkan posisi yang cocok sedangkan warna hijau melambangkan lokasi strategis. Lokasi Teluk Prigi sendiri sudah strategis dimana terdapat pelabuhan perikanan nusantara sehingga secara logistik menguntungkan. Selain itu kondisi perairan dalam teluk sehingga ombak dari lautan selatan tidak sebesar ombak pada pantai selatan lainnya. Walaupun lokasinya terlihat ideal, perlu diingat bahwa teluk Prigi merupakan wilayah laut Jawa selatan dimana kondisi perairan berbahaya baik untuk nelayan maupun untuk kegiatan pembudidayaan ke depannya.

Akan tetapi perlu diperhatikan bahwa kondisi perairan Prigi dan laut selatan berbeda pada tiap musim. Ketika musim kemarau, ombak cenderung lebih aman dan ketika musim hujan ombak cenderung berbahaya. Selain itu, kondisi perairan dapat berubah tiap tahun dimana dipengaruhi faktor alam. Dalam kasus ini, perairan prigi yang telah diuji pada tahun 2017. Berdasarkan data yang didapat pada tahun 2017 (Mahaputra, Armono, & Zikra, 2019), Kondisi perairan Teluk Prigi sebagai berikut:

Tabel 4. 7. Data Parameter Perairan Bulan Maret 2017

Titik	Suhu (C)	Turbiditas (NTU)	Salinitas (ppt)	Kedalaman (m)	Tinggi Gelombang (m)	Kec Arus Rata <sup>2</sup> (cm/s)	pH	DO (mg/l)
1	30,60	0,61	32,64	5	0,4	20	10,26	6,35
2	30,96	1,17	32,88	3	0,41	13,33	10,26	6,51
3	30,35	0,38	32,97	5	0,39	16,67	10,26	6,08
4	30,75	0,64	32,61	4	0,38	26,67	10,26	6,44
5	30,72	0,79	30,64	3	0,44	10	10,27	6,55
6	30,70	0,33	32,95	2	0,38	13,33	10,25	6,04
7	30,33	0,39	32,91	12	0,4	10	10,3	6,29
8	30,42	0,38	32,82	7	0,42	30	10,33	6,52
9	30,39	0,44	32,82	13	0,4	33,33	10,31	6,41
10	30,25	0,5	32,95	3	0,4	30	10,3	6,38

Sumber : (Mahaputra, Armono, & Zikra, 2019)

Pada bulan Maret, sekitar musim kemarau, perairan Prigi memiliki ombak yang cenderung sedang, sekitar 0,4 meter. Kondisi ini sudah dikatakan ideal karena tidak mengganggu operasional pembiakan ikan ke depannya.

Tabel 4. 8. Data Parameter Perairan Bulan Oktober 2017

Titik	Suhu (C)	Turbiditas (NTU)	Salinitas (ppt)	Kedalaman (m)	Tinggi Gelombang (m)	Kec Arus Rata <sup>2</sup> (cm/s)	pH	DO (mg/l)
1	30,28	1,29	32,52	10	1,29	13	10,45	6,71
2	30,43	3,25	31,88	3	1,32	16,67	10,42	6,7
3	29,88	0,85	32,96	5	1,31	10	10,45	6,52
4	29,90	1	32,88	11	1,3	10	10,47	6,58
5	30,25	0,8	32,52	3	1,3	13,33	10,49	6,68
6	30,04	0,35	32,02	7	1,29	10	10,52	6,63
7	30,20	0,31	33	14	1,28	20	10,51	6,66
8	30,26	0,75	32,59	7	1,32	13,33	10,51	6,83
9	30,15	0,36	32,78	16	1,33	13,33	10,51	6,72
10	29,47	0,32	33,33	22	1,3	13,33	10,52	6,78

Sumber : (Mahaputra, Armono, & Zikra, 2019)

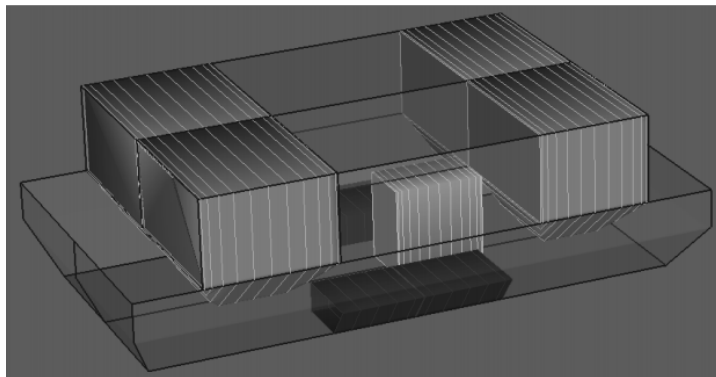


Pada bulan Oktober, sekitar musim hujan, perairan Prigi memiliki ombak yang cenderung tinggi, hingga 1,3 meter. Hal ini menunjukkan potensi bahaya perairan di laut selatan. Jika pembiakan ikan tidak memperhitungkan kondisi ombak seperti ini, maka amatlah berbahaya dan tidak kondusif ketika menjalankan kegiatan operasional.

#### 4.3. Kebutuhan Kapal Ponton

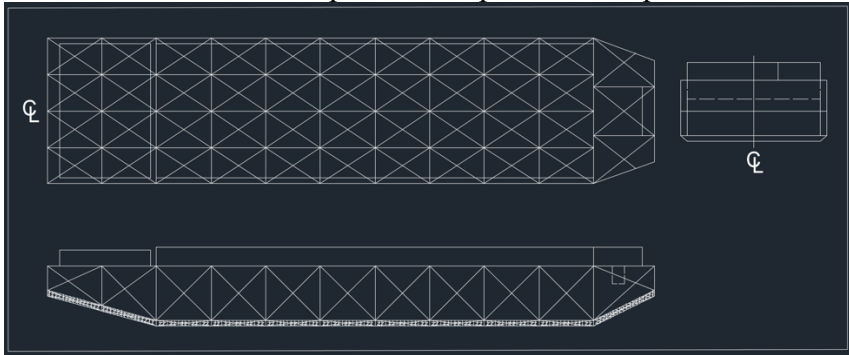
Dalam kegiatan operasional pembiakan ikan, kapal merupakan aset yang berguna dalam fasilitas pendukung. Kapal yang digunakan sebagai fasilitas berupa kapal tongkang. Kapal Tongkang di sini memiliki dua fungsi, sebagai ruang akomodasi guna mitra kerja menjalankan kegiatan operasional serta pembawa muatan untuk pakan ikan. Ponton digunakan sebagai area untuk mendukung kegiatan operasional akuakultur. Ponton bisa dimanfaatkan sebagai area tempat tinggal pekerja dan tempat sistem permesinan akan dipasang. Selain itu, Ponton juga dapat menampung pakan ikan supaya mesin dapat berjalan secara otomatis guna pemberian pakan pada ikan. Konstruksi ponton berbentuk kotak harus memiliki *freeboard* yang dapat menahan hingga 4 meter supaya dapat menahan terpaan ombak laut selatan.

Ponton pendukung kegiatan operasional, Ponton juga dapat membawa pakan Ikan juga dibutuhkan. Ponton ini dapat mengangkut pakan ikan serta terintegrasi dengan sistem pemberi pakan. Hal ini bertujuan supaya mempermudah biaya logistik pakan dari darat ke laut. Tanpa adanya ponton pakan ikan, maka pembawaan pakan ikan harus dilakukan secara manual setiap hari dan menyebabkan biaya logistik menjadi mahal.



Gambar 4. 5. Ilustrasi Ponton Penampung Pakan Ikan  
Sumber : (Hildawan, Basuki, & Soejitno, 2018)

Gambar 4.5. menunjukkan ilustrasi tongkang yang didesain khusus untuk angkut pakan ikan. Hasil riset ini akan menjadi referensi untuk desain tongkang yang hendak digunakan dalam pembudidayaan ini. Kelemahan dari riset ini berupa hasil dari riset adalah desain struktur tongkang saja, tidak terintegrasi dengan cara pemberian pakan dari kapal ke kandang ikan. Oleh karena itu modifikasi baik secara kapasitas maupun struktur perlu dilakukan.



Gambar 4. 6. Desain rancangan umum Tongkang Kerja & Pakan Ikan

Gambar 4.6 merupakan desain dari tongkang yang hendak digunakan sebagai tongkang kerja maupun tongkang pembawa dan penyimpanan ikan. Pada bagian depan tongkang berfungsi sebagai ruang muat untuk membawa pakan ikan sedangkan bagian belakang tongkang berfungsi sebagai tempat tinggal beserta Sistem untuk kerja pada pembiakan ikan di laut selatan. Tongkang yang didesain akan memiliki spesifikasi sebagai berikut:

- Panjang (L) = 80 meter
- Lebar (B) = 20 meter
- Sarat (T) Max = 4 meter
- Tinggi (H) = 8 meter
- Displasmen ( $\Delta$ ) = 5838,4 ton
- Koefisien Blok  $C_B = 0,89$

Berdasarkan referensi dari (Parsons, 2003) pada Bab 11: *Parametric Design* Hal 22, untuk mendapatkan perhitungan DWT, perhitungan pertama untuk mendapatkan berat kapal kosong ( LWT ) dapat dihitung dengan rumus:

$$\begin{aligned}
 E &= L \times (B + T) + 0,85L \times (D - T) \\
 &= 80 \times (20 + 4) + 0,85 \times 80 \times (8 - 4) \\
 &= 2192
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
W_s &= K \times E^{1,36} \times (1 + 0.5(C_B - 0.70)) \\
W_s &= 0,033 \times (2192)^{1,36} \times (1 + 0.5(0,89 - 0.70)) \\
&= 1263,20 \text{ ton}
\end{aligned}$$

Dimana

K : Variabel Tipe Kapal ( Kapal Cargo = 0,033)

E : Variabel independen untuk komponen pada kapal

Berat outfit dan akomodasi (Woa) Rumus katsoulis sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
W_{oa} &= K \times L^{1,3} \times B^{0,8} \times H^{0,3} \\
W_{oa} &= 0,033 \times (80)^{1,3} \times (20)^{0,8} \times (8)^{0,3} \\
&= 201,50 \text{ ton}
\end{aligned}$$

Maka total berat *lightweight* kapal dapat dicari dengan menjumlahkan hasil perhitungan sebelumnya.

$$\begin{aligned}
LWT &= W_s + W_{oa} \\
&= 1263,20 + 201,50 \\
&= 1464,70 \text{ ton}
\end{aligned}$$

Jadi total keseluruhan LWT kapal ini adalah 1464,70 ton

Dari perhitungan di atas maka kita dapat menentukan DWT kapal, yaitu :

$$\begin{aligned}
DWT &= \Delta - LWT \\
&= 5838,40 - 1464,70 \\
&= 4373,30 \text{ ton}
\end{aligned}$$

Selain itu perlu diperhatikan bahwa ketika operasional, tongkang tidak memerlukan mooring karena memiliki sistem jangkar yang dapat mengatur penjangkaran kapal sendiri. Kemudian dengan adanya tongkang ini, sistim mooring pada kandang ikan maupun kapal lainnya dapat digantikan, kandang dan kapal lainnya menambat pada tongkang. Pemilihan Jangkar pada tongkang mengikuti aturan klas yang tongkang hendak pakai, dalam kasus ini klas BKI. Peralatan jangkar, rantai jangkar, kawat seling, tali temali ditentukan berdasarkan *Equipment Number (Z)* (Biro Klasifikasi Indonesia, 2019) vol. II section 18, dimana dihitung dari rumus di pada halaman berikutnya:

$$Z = \Delta^{2/3} + 2BH + A/10$$

$$= 5838,4^{2/3} + 2 \times 20 \times 8 + (80 \times 20) / 10$$

$$= 804,23$$

Dimana

A : Luas proyeksi lambung kapal bangunan atas rumah geladak di atas garis muat musim panas dalam batas L (m<sup>2</sup>)

Tabel 4. 9. Jangkar, Rantai Jangkar and Tali tambat

No. for Reg.	Equipment numeral Z	Stockless anchor			Stud link chain cables						Recommended ropes					
		Bower anchor		Stream anchor	Bower anchors			Stream wire or chain for stream anchor			Towline		Mooring ropes			
		Num-ber 1	Mass per anchor [kg]	Total length [m]	Diameter			Length [m]	Br. Load 2 [kN]	Length [m]	Br. Load 2 [kN]	Num-ber	Length [m]	Br. Load 2 [kN]		
					d <sub>1</sub> [mm]	d <sub>2</sub> [mm]	d <sub>3</sub> [mm]									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	
101	50	50	120	40	165	12,5	12,5	12,5	80	65	180	100	3	80	35	
102	50	70	180	60	220	14	12,5	12,5	80	65	180	100	3	100	35	
103	70	90	240	80	280	16	14	14	85	75	180	100	3	100	40	
104	90	110	300	100	340	17,5	16	16	85	80	180	100	3	110	40	
105	110	130	360	120	400	19	17,5	17,5	90	80	180	100	3	110	45	
106	130	150	420	140	460	20,5	19	19	90	100	180	100	3	120	50	
107	150	175	480	165	520	22	20,5	20,5	90	110	180	100	3	120	55	
108	175	205	540	190	580	24	22	22	90	120	180	110	3	120	60	
109	205	240	600	210	640	26	24	24	90	130	180	130	4	120	65	
110	240	280	660	230	700	28	26	26	90	140	180	150	4	120	70	
111	280	320	720	250	760	30	28	28	90	150	180	175	4	140	80	
112	320	360	780	270	820	32	30	30	90	160	180	200	4	140	85	
113	360	400	840	290	880	34	32	32	90	170	180	225	4	140	95	
114	400	450	900	310	940	36	34	34	90	180	180	250	4	140	100	
115	450	500	960	330	1000	38	36	36	90	190	180	275	4	140	110	
116	500	550	1020	350	1060	40	38	38	90	200	180	300	4	160	120	
117	550	600	1080	370	1120	42	40	40	90	210	180	340	4	160	130	
118	600	660	1140	390	1180	44	42	42	90	220	180	370	4	160	145	
119	660	720	1200	410	1240	46	44	44	90	230	180	405	4	160	160	
120	720	780	1260	430	1300	48	46	46	90	240	180	440	4	170	170	
121	780	840	1320	450	1360	50	48	48	90	250	180	480	4	170	185	
122	840	910	1380	470	1420	52	50	50	90	260	180	520	4	170	200	
123	910	980	1440	490	1480	54	52	52	90	270	180	560	4	170	215	
124	980	1060	1500	510	1540	56	54	54	90	280	180	600	4	180	230	
125	1060	1140	1560	530	1600	58	56	56	90	290	180	645	4	180	250	
126	1140	1220	1620	550	1660	60	58	58	90	300	180	690	4	180	270	

Sumber : Table 18.2 Anchor, chain cables and ropes, BKI

Nilai Equipment Number (Z) yang didapat sebesar 1048,87. Dengan referensi tabel 4.9, nilai yang harus digunakan sebenarnya 121 tetapi dinaikkan 1 tingkat supaya dapat bertahan pemakaiannya. Pada nomor registrasi 122, Jangkar *stockless* yang digunakan haruslah seberat 2640 ton dengan Panjang rantai paling tidak 467,5 meter dengan diameter sekitar 52mm. Selain itu tali tambat yang direkomendasikan mempunyai Panjang 190 meter dengan kekuatan hingga 520 kN.

Tabel 4. 10. Daftar Jangkar, rantai jangkar dan tali tambat.

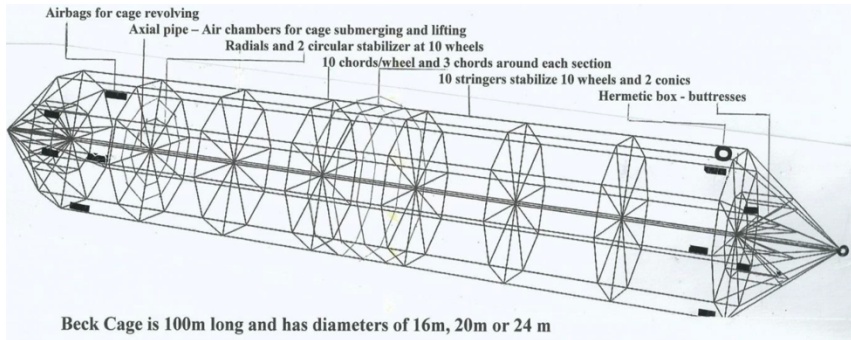
No.	Alat	Merek	Spesifikasi
1	Jangkar	Sotra	Jangkar Stockless SPEK (3540kg)
2	Rantai Jangkar	Sotra	Stud Link Chain
3	Tali Tambat	Dong Yang	Steel Wire Rope
4	Windlass (Jangkar)	Fountom	Electric-Hydraulic HPU Drive (5-60t rated pull)

Pada tongkang kerja, tabel 4.10 mendaftarkan peralatan yang dibutuhkan tongkang untuk ketika berpindah posisi dengan ditarik kapal tunda maupun ketika menetap pada suatu area. Karena tongkang kerja tidak memiliki sistem propulsi, maka kapal perlu memiliki tali tambat supaya dapat menarik atau ditarik kapal tunda. Peralatan pada tabel 4.10 dapat juga ditemukan pada tongkang lainnya dimana ditargetkan supaya dapat didukung oleh kapal tunda, dengan begitu tidak perlu menerapkan sistem propulsi dalam tongkang. Selain itu tujuan utama tongkang kerja adalah membawa pakan ikan serta menetap pada suatu perairan sehingga penambahan sistem propulsi pada tongkang merupakan pilihan yang dihindari.

Berdasarkan tabel 4.10, tongkang ini akan menggunakan jangkar merek Sotra dengan berat 3540 kg, di atas ketentuan minimum sebesar 3300 kg. Kemudian menggunakan rantai dari Sotra juga dengan diameter di atas 58mm. Serta penambahan windlass jangkar dengan menggunakan Fountom dengan kekuatan hingga 60t (setara 533kN). Selain itu, tali tambat perlu disimpan dalam tongkang karena skenario penggunaan kapal tunda dapat menyewa. Kemudian, tali tambat dapat digunakan untuk mengikat kandang ikan kepada tongkang supaya selang fleksibel pemberi pakan tidak mengalami tegangan karena tarik menarik.

#### **4.4. Kandang Ikan**

Ada berbagai bentuk struktur yang dapat digunakan dalam akuakultur. Struktur menyesuaikan kekuatan menahan arus dan ombak di suatu perairan serta sistem jangkar maupun sistem lainnya yang hendak diimplementasikan nantinya. Kandang ikan yang direncanakan berupa kandang ikan silindris dimana dengan mengacu teknologi GAATEM dan paten yang pernah dikeluarkan. Kandang ikan silindris belum diterapkan dalam perairan Indonesia karena belum ada manufaktur yang mendukung, Kandang silindris digunakan di perairan Norwegia dengan hasil kerja sama dengan *GAATEM Consultant* sebagai desainer dan pembuat kandang ikan silindris beserta sistem yang terintegrasi dengan kandangnya.



Gambar 4. 7. Desain Struktur Kandang Ikan Silindris GAATEM  
Sumber : (Beck, 2019)

Struktur silindris yang digunakan terdiri dari 3 komponen utama; yaitu struktur konstruksi baja, jaring ikan, serta *airbag*. Struktur konstruksi baja berguna supaya kandang ikan kuat dalam menghadapi terpaan ombak beserta penguat dari konstruksi itu sendiri. Kemudian jaring ikan membungkus kandang tersebut supaya ikan terkurung dalam kandang. Selain itu, *airbag* berguna supaya mempermudah kandang untuk mengatur posisinya, dapat mengambang maupun menyelam hingga berputar (United States Patent No. US4380213A, 2019).



Gambar 4. 8. Desain Struktur Kandang Ikan Silindris

Struktur dasar kandang berupa gading penguat supaya selang maupun jaring dapat dipasang dengan mudah. Jaring akan membungkus kandang ini pada sisi luar, hal ini bertujuan supaya mempermudah proses pembersihan maupun penggantian jaring ketika rusak. Selain itu terdapat struktur untuk pemasangan selang fleksibel di ujung kedua kandang, berukuran 1 inci. Hal ini supaya melindungi selang serta memudahkan pemasangan dari tongkang kerja ke kandang ikan. Berikut rincian ukuran kandang yang hendak digunakan sebagai referensi perhitungan dan desain.

- Diameter (D) = 16 meter
- Panjang (L) = 100 meter
- Volume (Bersih) = 16.091,5 m<sup>3</sup>

Pelat yang digunakan memiliki ketebalan hingga 10 milimeter dan terbuat dari pelat baja marine. Konstruksi berbentuk seperti tabung silindris tetapi kedua ujung kerucut ke ukuran diameter 1 inci. Oleh karena itu, estimasi besi guna satu unit kandang ikan silindris sebagai berikut:

Tabel 4. 11. Daftar Komponen Kandang Ikab

No.	Jenis Struktur	Ukuran Struktur	Jumlah
1	Konstruksi Penguat Tengah	$(2,54m \times \pi) + (16m \times \pi) + 8 \times (6,75 m \times 0,1 \times 10mm)$	5 Unit
2	Konstruksi Penguat Kanan	$(2,54m \times \pi) + (16m \times \pi) + 8 \times (6,75 m \times 0,1 \times 10mm)$	3 Unit
3	Konstruksi Penguat Kiri	$(2,54m \times \pi) + (16m \times \pi) + 8 \times (6,75 m \times 0,1 \times 10mm)$	3 Unit
4	Konstruksi Ujung Kandang	$(2,54m \times \pi) + (16m \times \pi) + 8 \times (12 m \times 0,1 \times 10mm)$	2 Unit
5	Konstruksi Memanjang Kandang Ikan	12m x 0,1m x 10mm	8 Unit

Berdasarkan hasil total luasan dari semua komponen pada tabel 4.11, luasan struktur yang dibutuhkan untuk pelat 10mm adalah sebanyak 845,69 m<sup>2</sup> atau setara dengan 6165,09 Kg per kandang. Nilai ini didapat dari ukuran distributor pelat Krakatau Steel dengan ukuran (20m x 5m x 10mm) dengan berat 729 Kg. Dikarenakan pembudidayaan membutuhkan 3 unit, maka total keseluruhan konstruksi kandang ini adalah 18,5 ton.

Selain konstruksi kandang, Jaring untuk kandang ikan perlu diperhatikan. Jaring yang digunakan haruslah tak bersimpul supaya mengurangi risiko melukai ikan, serta material yang digunakan haruslah kuat serta ramah lingkungan, seperti *High-Density Polyethylene* (HDPE). HDPE merupakan senyawa serupa dengan plastik, tetapi dengan struktur rangkaian senyawa yang dibuat lebih dari plastik umumnya. Ini memberi keunggulan dari jaring lainnya karena pembuatan jaring HDPE dikatakan cepat dan ekonomis. Jaring HDPE dapat dibuat seperti cetakan, tidak seperti jaring

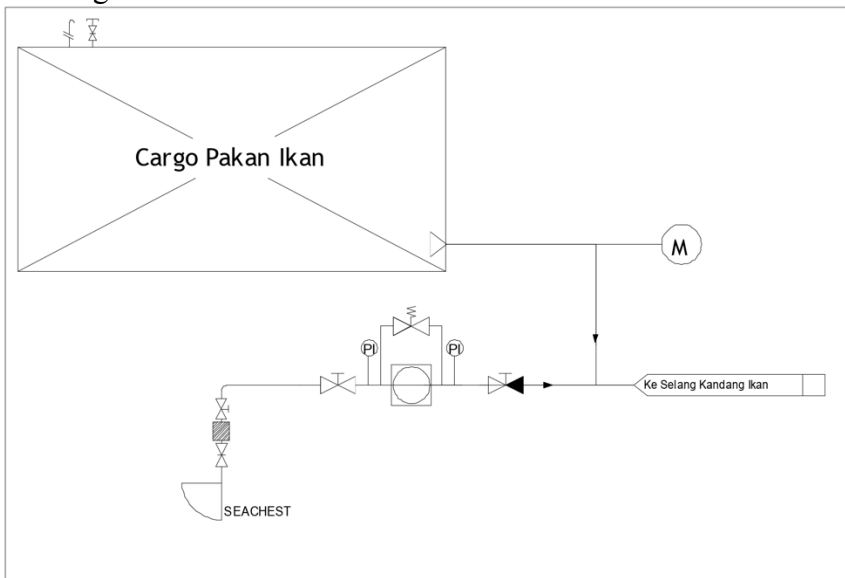
tradisional dimana merupakan simpul dari beberapa tali. Selain itu diameter jaring dapat disesuaikan, sehingga benih ikan dalam kandang tidak dapat kabur melalui celah jaring. Oleh karena itu, Jaring untuk kandang ikan ini akan menggunakan Jaring HDPE.

#### 4.5. Sistem Permesinan Akuakultur

Sistem permesinan dalam akuakultur adalah aset bagi pembiakan ikan. Suatu sistem dapat dikatakan tepat guna ketika membantu operator dalam pengoperasian. Dalam akuakultur, kontrol kualitas perairan serta pemberian pakan ikan merupakan kegiatan utama dan terpenting guna pertumbuhan optimal ikan. Oleh karena itu, Implementasi sistem permesinan dalam akuakultur merupakan hal terpenting, sistem yang dimaksud berupa:

##### 4.4.1. Sistem Pemberi Pakan

Sistem pemberian pakan harus terintegrasi secara otomatis. Hal ini bertujuan untuk mengurangi campur tangannya manusia dalam sistem, menghilangkan risiko kematian ikan karena kelalaian manusia. Selain itu, automasi dalam pemberian pakan membantu dalam pemberian dosis pakan ikan yang tepat serta rekap waktu pemberian pakan yang tepat. Berikut skema dari pemberian pakan ikan dari tongkang pembawa pakan ikan hingga kandang ikan:



Gambar 4. 9. Ilustrasi Sistem pemberian pakan terkontrol



Gambar 4.9 menunjukkan skema komponen dalam sistem pemberi pakan ikan. Muatan pakan ikan digerakkan menuju ke sistem pompa dengan menggunakan motor. Motor di sini berupa mekanisme yang berputar dalam pipa guna memindahkan dari suatu tempat dalam muatan menuju sistem pompa. Sistem pompa yang digunakan berasal dari sistem kontrol supaya tidak perlu memasang banyak pompa. Kemudian pelet akan terbawa Bersama air ke kandang ikan melalui selang. Dikarenakan Sistem Pakan bergabung dengan sistem kontrol, maka kebutuhan komponen tambahan adalah pompa.

Pemberian pakan per ikan pada umumnya 5-8% dari berat ikan (Langkosono, 2006). Jika ikan dibiakkan hingga ukuran 500 gram, maka pakan yang diberikan haruslah 5% dari bobot ikan sebesar 25 gram per ikan. Akan tetapi, banyak ikan yang dibiakkan sebanyak 2 juta ikan dimana dibagi menjadi 3 kelompok dalam 3 kandang. Dengan pembagian rata tiap kandang akan berisi 667 ribu ikan, total pakan yang dibutuhkan hingga 16,67 ton per kandang. Dengan waktu pemberian pakan dilakukan dalam waktu 1 jam, maka banyak pemberian pakan ikan harus dilakukan sekitar 16,67 ton / jam atau 4,63 kg / detik.

Dengan kebutuhan pakan ikan sekitar 15 ton / jam atau 4,16 kg / detik, maka pompa harus dapat memindahkan air beserta pakan ke dalam kandang dimana air sebagai media angkut pakan dari kapal tongkang hingga ke kandang. Berikut adalah perhitungan yang dibutuhkan pada sistem:

$$\begin{aligned} Q &= (16,67 \text{ ton / jam}) / (1/10) \times (1,025 \text{ ton / m}^3) \\ &= 162,60 \text{ m}^3 / \text{jam} \\ &= 0,045 \text{ m}^3 / \text{detik} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= Q / V \\ &= (0,045 \text{ m}^3 / \text{detik}) / (3 \text{ meter / detik}) \\ &= 0,015 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A &= \pi \times d^2 / 4 \\ d &= \sqrt{(4 \times A / \pi)} \\ &= 0,138 \text{ m} \\ &= 5,43 \text{ Inci} \end{aligned}$$

Dengan mengacu peraturan BKI Volume III - Section 11 - Table 11.5 and 11.6, Pipa yang digunakan termasuk kategori M. Pipa yang berfungsi sebagai saluran air laut yang terletak pada ruang kosong dalam tongkang dikategorikan sebagai grup M. Selain itu pada grup M, pipa yang memiliki Panjang mendekati 177,8mm harus memiliki paling tidak ketebalan 5mm. Oleh karena itu pemilihan Pipa harus setidaknya diameter dalam 5,5 Inchi dengan ketebalan 5mm.

Penggunaan Pipa berupa pipa fleksibel. Hal ini bertujuan supaya memudahkan sambungan pipa dari sistem pemberi pakan ikan dalam tongkang hingga ke kandang ikan. Selain itu kandang ikan yang terletak di perairan terbuka membuat distribusi makanan menggunakan pipa besi terlalu berisiko jika terkena ombak karena posisi selalu dinamis. Pemilihan pipa haruslah menyesuaikan dengan persediaan dipasar, parameter di atas batas minimum yang dibutuhkan sistem. Berdasarkan salah satu produk pipa fleksibel, *Eagle Water Discharge 150 PSI Hose* memiliki ukuran bervariasi serta memiliki produk (005-0962-0150I), diameter dalam 6 inci dengan ketebalan 0,5 inci.

Kemudian untuk mengetahui kebutuhan masing – masing pompa, perhitungan *head* pompa dibutuhkan. Perhitungan kebutuhan pompa akan mereferensikan pada pipa fleksibel *Eagle* dengan ukuran diameter dalam 6 inci atau 0,1524 m dengan ketebalan 0,5 inci. Perhitungan untuk spesifikasi pompa yang dibutuhkan sebagai berikut:

$$\text{Head Static ( } H_S \text{ )} = 5 \text{ meter}$$

$$\text{Head Velocity ( } H_V \text{ )} = 0 \text{ m}$$

$$\text{Head Pressure ( } H_P \text{ )} = 0 \text{ m}$$

$$\begin{aligned} \text{Major Losses ( } h_f \text{ )} &= f \times L \times v^2 / (D \times 2g) \\ &= 0,02 \times 24 \times 3^2 / (0,1524 \times 2 \times 9,81) \\ &= 1,56 \text{ m} \end{aligned}$$

Dimana:

- f : faktor gesek pipa kondisi turbulen
- L : Panjang Pipa + Pipa fleksibel
- V : Kecepatan aliran
- D : Diameter dalam pipa fleksibel

$g$  : gravitasi bumi

$$\begin{aligned} \text{Minor Losses ( } h_m \text{)} &= \sum nk \times v^2 / 2g \\ &= 8,02 \times 3^2 / (9,81 \times 2) \\ &= 3,67 \text{ m} \end{aligned}$$

Tabel 4. 12. Daftar Komponen pada perpipaan sistem

No.	Alat	N (Jumlah)	k	nk
1	Butterfly Valve	2	0,3	0,6
2	Gate Valve	1	0,14	0,14
3	NRV	1	1,23	1,23
4	T joint	5	1	5
5	Elbow 90°	2	0,5	1
6	Strainer	1	0,05	0,05
			$\sum nk$	8,02

Dimana:

$k$  : faktor gesek pipa kondisi turbulen

$V$  : Kecepatan aliran

$g$  : gravitasi bumi

$$\begin{aligned} \text{Head Total ( } H_T \text{)} &= H_s + H_v + H_p + h_f + h_m \\ &= 5 + 0 + 0 + 1,56 + 3,67 \\ &= 10,23 \text{ m} \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, pompa yang dibutuhkan supaya menunjang sistem pemberi pakan haruslah mempunyai *head* sebesar 10,23 meter dengan kapasitas minimum 162,60 m<sup>3</sup> / jam atau 2708,33 liter / menit. Hal ini bertujuan supaya sistem dapat bekerja sesuai parameter dan standar yang dibutuhkan dalam pemberian pakan. Jika besar pompa dibawah kapasitas atau *head* yang dibutuhkan, maka waktu pemberian pakan akan menjadi lama dan bahkan pompa tidak mampu distribusi pakan ikan dari tongkang ke kandang. Ketidakmampuan pompa untuk distribusi pakan akan menyebabkan kebutuhan pakan ikan tidak tercapai dan ikan yang dibudidayakan mati.

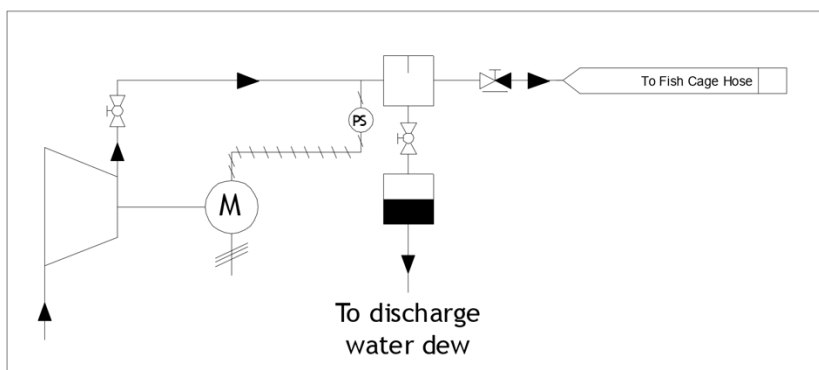
#### 4.4.2. Sistem Pengontrol Parameter Perairan

Permasalahan yang terjadi dalam akuakultur adalah ketika parameter perairan berubah karena faktor eksternal sehingga ikan tidak tumbuh secara optimal dan bahkan mati.

- Sistem Pengendali Oksigen Terlarut

- Sistem Pengendali Keasaman
- Sistem Pengendali Salinitas
- Sistem Pengendali Suhu

Suatu sistem pengontrol yang bagus adalah dimana semua aspek dari parameter perikanan bisa terintegrasi menjadi satu sistem dan dapat kontrol secara independen untuk tiap parameter. Salah satu cara supaya memenuhi kebutuhan sistem kontrol tersebut dengan cara memadukan sistem air dengan udara, pompa dengan kompresor.



Gambar 4. 10. Ilustrasi Sistem Kontrol Parameter Oksigen Terlarut

Sistem kontrol dalam oksigen terlarut menggunakan kompresor sebagai alat operasionalnya. Cara kerja dari sistem ini berupa kompresor menyedot udara dari sekitar supaya dimampatkan. Kemudian udara tersebut dilewatkan melalui kondensor supaya menghilangkan embun dari air. Embun dihilangkan supaya melindungi ikan dari embun yang bergerak cepat pada tekanan tinggi. Setelah dihilangkan embunnya maka udara tersebut disimpan dalam tangki udara sebelum dialirkan ke kandang ikan melalui selang kandang. Tujuan utama sistem ini hanya memberikan sirkulasi udara yang baik dalam kandang sehingga cara paling efektif adalah menyuplai udara langsung pada kandang ikan.

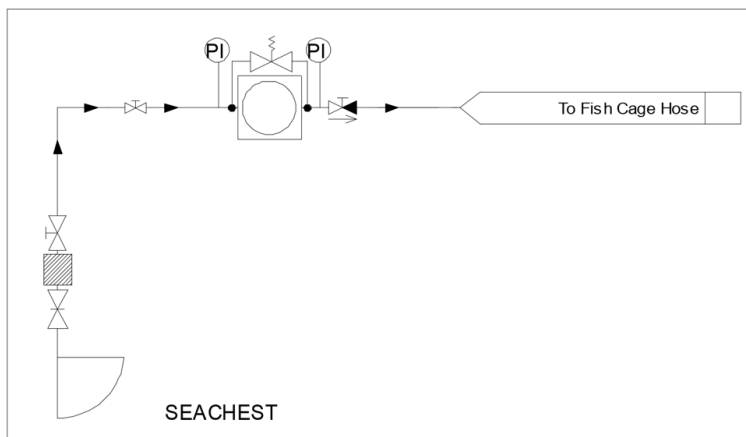
Laju pernafasan untuk 1 ikan kerapu ukuran 400 gram diperkirakan hingga 2,5 5 mg O<sub>2</sub> / min (Santoso, 2006) sedangkan kadar oksigen pada perairan Prigi adalah 6,7 mg/l (tabel 4.7 & 4.8). Guna mengantisipasi skenario dimana tidak terjadi sirkulasi air yang baik dalam kandang sehingga hypoxia, sistem pemberian

udara harus mencukupi untuk seluruh ikan dalam kandang. Dalam studi laju respirasi ikan kerapu (Santoso, 2006), Ikan kerapu membutuhkan hingga 421,4 mg O<sub>2</sub> / Jam per ikan. Dengan mengambil nilai kebutuhan per ikan sesuai hasil studi tersebut, maka guna mencukupi kebutuhan pembudidayaan 2 juta ikan kerapu membutuhkan oksigen terlarut hingga 842,8 kg O<sub>2</sub> / Jam untuk 3 kandang ikan atau sekitar 280,9 Kg O<sub>2</sub> / Jam per kandang. Oleh karena itu perancangan spesifikasi pompa yang diperlukan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 \text{Kebutuhan O}_2 &= 280,9 \text{ Kg O}_2 / \text{Jam} \\
 \text{Kadar O}_2 (20,95\%) &= 0,2095 \text{ liter O}_2 / \text{liter Udara} \\
 \rho \text{ O}_2 &= 1,14 \text{ Kg / liter O}_2 \\
 &= 0,239 \text{ Kg O}_2 / \text{liter Udara}
 \end{aligned}$$

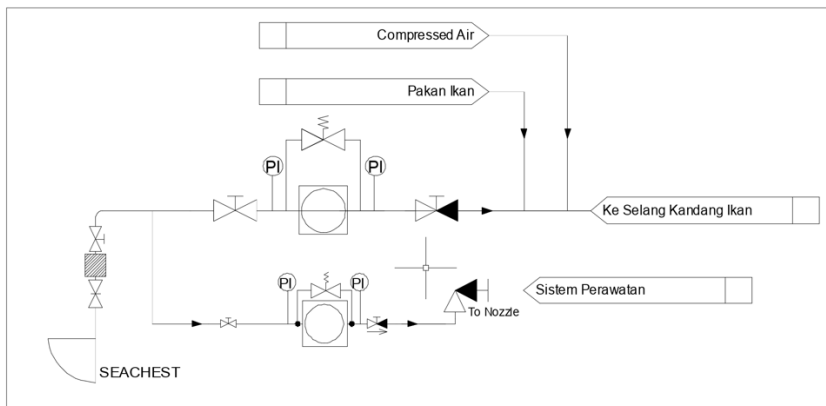
$$\begin{aligned}
 \text{Kapasitas Udara (Q)} &= \text{kebutuhan O}_2 / \rho \text{ O}_2 \\
 &= 280,9 / 0,239 \\
 &= 1175,32 \text{ liter Udara / Jam} \\
 &= 19,59 \text{ liter Udara / Menit}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, maka kapasitas kompresor yang dibutuhkan paling tidak dapat mendistribusikan udara sebanyak 1175,32 liter Udara / Jam atau 19,59 liter Udara / Menit. Akan tetapi desain sistem pemberi udara akan bergabung dengan kebutuhan udara dalam sistem starting generator sehingga kebutuhan udara pada sistem ini akan berasal dari tangki udara pada sistem udara starting generator.



Gambar 4. 11. Ilustrasi Sistem Kontrol Parameter pH, Salinitas, dan suhu

Sistem kontrol pH, salinitas, serta suhu bekerja secara sederhana, memastikan kondisi perairan dalam kandang sesuai dengan kondisi perairan sekitarnya. Dalam pembiakan Ikan, sangatlah rentan untuk ikan supaya mencemari lingkungannya, baik dengan kotoran maupun yang lain. Hal ini menyebabkan terjadinya perbedaan kualitas air dalam kandang dengan sekitarnya. Jika dibiarkan maka kondisi perairan dalam kandang akan menjadi terkontaminasi dan menyebabkan tingkat stres ikan bertumbuh dan mortalitas ikan yang tinggi. Oleh karena itu, dengan adanya sistem ini, sirkulasi air dalam kandang ikan dapat tercapai. Cara kerja sistem ini berupa air yang dihisap dalam *seachest* tongkang akan dipompa langsung ke kandang ikan melalui selang. Terkadang hal ini dilakukan secara kontinu guna memastikan terjadi sirkulasi air dalam kandang. Selain itu sistem ini secara tidak langsung memberi arus pada ikan. Oleh karena itu, Kebutuhan pompa mengikuti spesifikasi dari pompa pada sistem pemberi pakan.



Gambar 4. 12. Ilustrasi Sistem Kontrol Parameter dalam Kandang Ikan

Gambar 4.12 menunjukkan skema sistem pengontrol air dalam kandang ikan. Sistem terdiri atas integrasi dari kompresor dan pompa yang akan dialirkan memasuki kandang ikan melalui lubang corong di ujung kandang. Kompresor berguna sebagai penyedia udara supaya dapat mengalir ke kandang ikan dan menyuplai kebutuhan oksigen terlarut pada ikan. Selain itu udara lebih mudah untuk didinginkan dibandingkan air sehingga dapat berfungsi juga sebagai pendingin. Pompa berguna untuk menjaga kondisi air dalam kandang sama dengan kondisi air di sekitarnya. Cara kerjanya berupa memompa air dari sekitar menuju kandang,

menyebabkan terjadinya aliran dalam kandang sehingga salinitas maupun keasaman dari akumulasi kotoran ikan akan ternetralisir. Semua sistem akan terintegrasi guna mengurangi bahan untuk sistem perpipaan dan pompa. Berikut komponen yang dibutuhkan pada sistem ini:

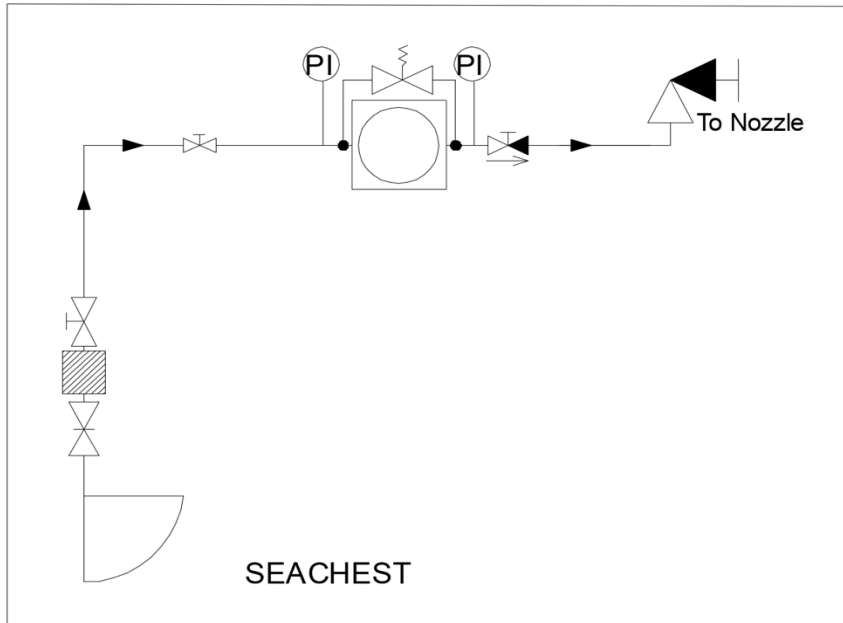
Tabel 4. 13. Daftar Komponen Sistem

No.	Alat	Merk	Spesifikasi	Jumlah
1	Kompresor	Hatlapa L80II-2 Stages	72,5 m <sup>3</sup> /h, 15,5kW	2 Unit
2	Tangki Udara	Penta-tank	2000 liter 30 bar	2 Unit
3	Pompa Air ke Kandang Ikan	SILI Pump 150CL-30	Head 30m Deliver 162 m <sup>3</sup> /h 35 kW	3 Unit + 1 Unit Cadangan
4	Pipa	JIS G3454 Galvanised	ND 6'', OD165,2mm Thickness 7,1mm	2 Unit 6 meter
5	Katup & Komponen lainnya	Hattersley	DN 150 size	3 Unit + dsb
6	Selang Fleksibel	Eagle Water Discharge (005-0962-0150I)	150 PSI Hose Diameter Dalam 6'' & Ketebalan 0,5 ''	6 Unit 18 meter

Tabel 4.13. mencatat seluruh komponen kebutuhan dalam sistem pemberi pakan beserta kontrol. Sistem pakan dan kontrol dapat digabungkan supaya sistem efektif dan semua komponen aktif. Selain itu pompa yang digunakan memiliki 2 fungsi sekaligus, sebagai medium untuk memindahkan pakan ikan serta memberi aliran air ke dalam kandang. Dalam pipa fleksibel dari kapal ke kandang ikan juga dapat diberi udara, hal ini bertujuan supaya menyalurkan kebutuhan oksigen terlarut supaya ikan dapat bernafas. Kemudian komponen tambahan berupa katup dicatat sesuai dengan jumlah kebutuhan pada sistem ini.

#### 4.4.3. Sistem Perawatan

Sistem perawatan diperuntukkan dalam perawatan jaring pada kandang ikan supaya membersihkannya dari organisme laut yang menempel maupun kotoran ikan yang terakumulasi.



Gambar 4. 13. Ilustrasi Sistem Perawatan

Cara kerja sistem perawatan mirip seperti *waterjet*, yaitu dengan menembakkan cairan bertekanan tinggi pada net supaya organisme laut yang menempel lepas dan kotoran yang terakumulasi telah dibersihkan dari jaring. Jika dilihat dari komponen pada gambar 4.13, sistem perawatan menggunakan air laut dan dipompa sehingga bertekanan cukup guna membasuh jaringnya. Kandang ikan yang disemprotkan haruslah setengah tercelup, dalam arti yang dibersihkan adalah jaring yang berada di atas permukaan air dan bergantian dibersihkan selagi kandang berotasi.

Selain itu, guna faktor keselamatan kapal tongkang, sistim ini juga dijadikan sebagai sistem pemadam kebakaran. Hal ini dapat diimplementasikan karena sistem pemadam maupun sistem perawatan memiliki sebuah kesamaan, yaitu menghasilkan semburan air bertekanan dan dapat menempuh *head* target. Oleh karena itu sistem perawatan dapat dialih fungsikan sebagai sistem pemadam jika diperlukan. Karena dapat dialih fungsikan sebagai pemadam, maka mengacu pada (Biro Klasifikasi Indonesia, 2019) pada Section 12E 2.3.1, kapasitas pompa haruslah paling tidak sebesar  $25 \text{ m}^3 / \text{jam}$  dengan perhitungan sebagai berikut:



$$\begin{aligned}
Q &= (3.8 \times 10^{-3}) \times dH^2 \\
&= (3.8 \times 10^{-3}) \times 152,4^2 \\
&= 88,26 \text{ m}^3 / \text{jam} \\
&= 0,025 \text{ m}^3 / \text{detik}
\end{aligned}$$

Dimana

$dH$  : Diameter Pipa (mm)

Kemudian mengacu pada BKI Volume III 2016 Section 12E 2.3.1 , perhitungan *head* pompa yang dibutuhkan sebagai berikut:

$$Head \text{ Static } (H_s) = 10 \text{ meter}$$

$$Head \text{ Velocity } (H_v) = 0 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}
Head \text{ Pressure } (H_p) &= (P - \rho g H_s) / (\rho g) \\
&= (0,27 \times 10^6 - 1025 \times 9,8 \times 10) / (1025 \times 9,8) \\
&= 16,87 \text{ m}
\end{aligned}$$

Karena kapal ini dapat dikategorikan sebagai ukuran < 6000GT, maka tekanan pada sisi sembur haruslah 0.27 N/mm<sup>2</sup>.

$$\begin{aligned}
Major \text{ Losses } (h_f) &= f \times L \times v^2 / (D \times 2g) \\
&= 0,02 \times 30 \times 3^2 / (0,1524 \times 2 \times 9,81) \\
&= 1,95 \text{ m}
\end{aligned}$$

Dimana:

$f$  : faktor gesek pipa kondisi turbulen

$L$  : Panjang Pipa + Pipa fleksibel

$V$  : Kecepatan aliran

$D$  : Diameter dalam pipa fleksibel

$g$  : gravitasi bumi

$$\begin{aligned}
Minor \text{ Losses } (h_m) &= \sum nk \times v^2 / 2g \\
&= 5,02 \times 3^2 / (9,81 \times 2) \\
&= 2,30 \text{ m}
\end{aligned}$$

Tabel 4. 14. Daftar Komponen pada perpipaan sistem

No.	Alat	N (Jumlah)	k	nk
1	Butterfly Valve	2	0,3	0,6
2	Gate Valve	1	0,14	0,14
3	NRV	1	1,23	1,23
4	T joint	2	1	2
5	Elbow 90°	2	0,5	1
6	Strainer	1	0,05	0,05
			Σnk	8,02

Dimana:

k : faktor gesek pipa kondisi turbulen

V : Kecepatan aliran

g : gravitasi bumi

$$\begin{aligned}
 \text{Head Total ( } H_T \text{ )} &= H_s + H_v + H_p + h_f + h_m \\
 &= 10 + 0 + 16,87 + 1,95 + 2,30 \\
 &= 31,12 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan sebelumnya, pompa yang dibutuhkan supaya menunjang sistem perawatan haruslah mempunyai *head* sebesar 31,12 m dengan kapasitas minimum 88,26 m<sup>3</sup> / jam atau 1471 liter / menit. Hal ini bertujuan supaya sistem dapat bekerja juga sebagai parameter dan standar yang dibutuhkan dalam pemadam kebakaran.

Tabel 4. 15. Daftar Komponen Sistem Perawatan

No.	Alat	Merk	Spesifikasi	Jumlah
1	Pompa	SILI Pump 100CL-45	Head 45 m Deliver 100 m <sup>3</sup> /h 22 kW	1 Unit
2	Nozzle	Akron Assault Nozzles 48634007W	1,5 inlet, NH thread, 150 GPM @100 PSI	1 Unit
3	Pipa fleksibel	Eagle Water Discharge (005-0962- 0150I)	150 PSI Hose Diameter Dalam 6'' & Ketebalan 0,5 ''	1 Unit 20 meter
4	Pipa	JIS G3454 Galvanised	ND 6'', OD165,2mm Thickness 7,1mm	1 Unit 10 meter
5	Katup & Komponen lainnya	Hattersley	DN 150 size	3 Unit & dsb

Untuk komponen Sistem perawatan, beberapa alat akan menyerupai komponen yang ditemukan pada sistem pemadam kebakaran. Hal ini disebabkan karena sistem perawatan dapat dialih fungsikan menjadi sistem pemadam jika terjadi kebakaran. Selain itu air yang bertekanan membantu dalam membersihkan kandang ikan dari kotoran maupun kerang yang menempel dengan menyemprotkan air bertekanan. Sebagai tambahan, air bertekanan ini mampu digunakan sebagai alat untuk mengusir predator seperti hiu supaya predator tidak berusaha merusak kandang untuk memangsa ikan yang dibudidaya.

#### 4.4.4. Sistem Kelistrikan

Sistem kelistrikan sangatlah penting untuk diperhatikan. Karena sistem yang tidak didukung dengan sistem kelistrikan dan sumber energi tidak dapat berjalan. Akan tetapi alangkah baiknya jika suatu sistem tidak hanya mengandalkan generator yang menggunakan bahan bakar minyak, melainkan juga tenaga surya. Sistem kelistrikan yang digunakan merupakan kombinasi dari energi tenaga surya dan generator. Generator akan menyuplai kebutuhan listrik untuk mitra kerja di tongkang kerja sedangkan energi dari tenaga surya akan memberi tenaga pada komponen yang hanya digunakan sesaat seperti pompa maupun kompresor. Dengan begitu penghematan biaya dari segi kebutuhan listrik akan tercapai. Berikut kebutuhan listrik dalam tongkang kerja + Pakan

Tabel 4. 16. Daftar kebutuhan listrik pada Komponen guna sistem kelistrikan

No.	Alat	Merk	Jumlah	Total
1	Kompresor	Hatlapa L80II-2 Stages	15,5kW x 2 Unit	31 kW
2	Pompa Air ke Kandang Ikan	SILI Pump 150CL-30	35 kW x 4 Unit	140 kW
3	Pompa Air Sistem Perawatan	SILI Pump 100CL-45	22 kW x 1 Unit	22 kW
4	Pompa permesinan bantu	Knoll Pump (MDO) & Iron Pump (LO)	8 kW (MDO) 2,5 kW (LO)	10,5 kW
5	Kebutuhan lainnya	Philips	2x18W 10Unit (lampu) & 5,28 kW x 2 Unit (AC)	10,92 kW
Total				214,42 kW

Walau kebutuhan listrik hanya 214,42 kW, faktor seperti arus menyala, kondisi faktor generator menyala juga harus diperhatikan. Dalam kasus ini komponen terbesar ketika semua listrik menyala adalah pompa pemberi pakan sebesar 35kW, dimana arus menyala bisa mencapai 3x semua. Generator harus mampu menghasilkan listrik 214,42kW beserta ditambah nilai arus menyala sebesar 70 kW sehingga mendapatkan nilai 284,42 kW. Kemudian generator tidak beroperasi selalu dalam kondisi 100%, supaya generator awet maka penggunaan / pembebanan pada generator harus lebih rendah dari 80% kemampuan. Generator yang mampu menghasilkan 284,42 kW dalam kondisi pembebanan 80% adalah generator 365 kVa, dimanufaktur oleh Cummins. Oleh karena itu generator yang dipilih adalah CUMMINS - C365D5P dengan 365 kVa.

Selain itu generator ke-2 juga diperlukan karena penggunaan pompa untuk kandang ikan tidak berjalan setiap saat. Generator ke-2 yang dipilih haruslah mampu menyuplai listrik ke komponen dasar berupa lampu serta pompa permesinan bantu untuk menyalakan generator pertama. Generator yang mampu menghasilkan 21,42 kW dalam kondisi pembebanan 80% adalah generator 26,78 kVa, dimanufaktur oleh Perkins. Oleh karena itu generator ke 2 yang dipilih adalah Perkins 1103A-33G dengan 30 kVa.

#### **4.6. Pembenihan Ikan**

Sumber Pembenihan didapatkan dengan kerja sama antara Balai Perikanan Budidaya Air Payau (BPBAP). Benih didapatkan dari induk yang sehat dan berkualitas. Dikarenakan perlakuan dalam pembesaran bibit berbeda dengan penggemukan ikan, bibit dibesarkan pada BPBAP. Induk yang digunakan adalah ikan yang berukuran besar sebagai betina dan ikan berukuran kecil sebagai jantan karena sifat biologis dari ikan. Dari induk tersebut persilangan terjadi dan telur hasil perkawinan antar induk dibesarkan menjadi bibit-bibit ikan. Bibit yang siap panen pada umumnya berukuran panjang 10 cm dengan berat hingga 15 gram.

#### **4.7. Kapal Tunda/Kapal Ikan**

Demi menunjang kegiatan operasional budidaya ikan, beberapa fasilitas pendukung dibutuhkan. Kegiatan operasional membutuhkan fasilitas operator untuk transportasi di laut berupa kapal. Kapal digunakan untuk mempermudah transportasi pekerja ketika berada di laut serta dapat mengerjakan kegiatan perawatan pada struktur, jaring, maupun sistem akuakultur. Oleh karena itu, kapal dibutuhkan dalam operasional keramba jaring apung.

Kegiatan yang berlangsung ketika pengoperasian Akuakultur menggunakan keramba jaring apung adalah proses *grading* ikan, penggantian jaring serta menyuplai pakan ikan. Pekerja membutuhkan bantuan alat transportasi dalam membawa pakan dari darat ke laut serta membawa net jika melakukan perawatan net pada keramba jaring apung. Kegiatan tersebut memerlukan modal transportasi yang tepat dan guna untuk membawa berbagai kebutuhan dari darat ke laut. Oleh karena itu, Kapal merupakan pemilihan yang tepat untuk kegiatan operasional akuakultur.

Kapal yang digunakan adalah kapal tunda dimana selain mendorong atau menarik tongkang, dapat menampung net jika melakukan penggantian serta membawa jumlah pakan ikan yang cukup. Kapal ini dikatakan harus multifungsi karena selain dioperasikan sebagai kapal tunda, harus mampu juga sebagai kapal ikan. Adapun opsi menggunakan jasa sewa kapal tunda hanya ketika perlu memindahkan tongkang, tetapi sangat dianjurkan jika memiliki armada sendiri supaya dapat dioperasikan langsung ketika dibutuhkan.

#### **4.8. Pakan Ikan**

Pemberian pakan pada ikan dianjurkan sekitar 5-8% dari bobot ikan. Pemberian makan pun harus dilakukan 1-3 kali sehari tergantung umur dari ikan. Teknik pemberian makanan ini mengacu pada riset yang telah dilakukan oleh (Langkosono, 2006) supaya pertumbuhan ikan kerapu bisa mencapai 2,92 gram / hari. Pemberian ikan bertahap sesuai dengan umur ikan, berikut pembagian intensitas pemberian pangan beserta kadar menurut umur ikan:

- Pemberian pakan (5-8%) pada Bulan 1-2 sebanyak 3 kali
- Pemberian pakan (5%) pada Bulan 3-5 sebanyak 2 kali
- Pemberian pakan (8%) pada Bulan 6-7 sebanyak 1 kali

Berdasarkan data pemberian pakan ikan berdasarkan umur ikan, kita dapat memprediksi jumlah pangan yang dibutuhkan untuk seekor ikan supaya tumbuh hingga masa panen.

$$U = X\% [a + b(n - 1)]$$

$$S = X\% \frac{n}{2} [2a + b(n - 1)]$$

Dimana:

a = Berat Bibit Ikan

b = Laju Pertumbuhan Ikan

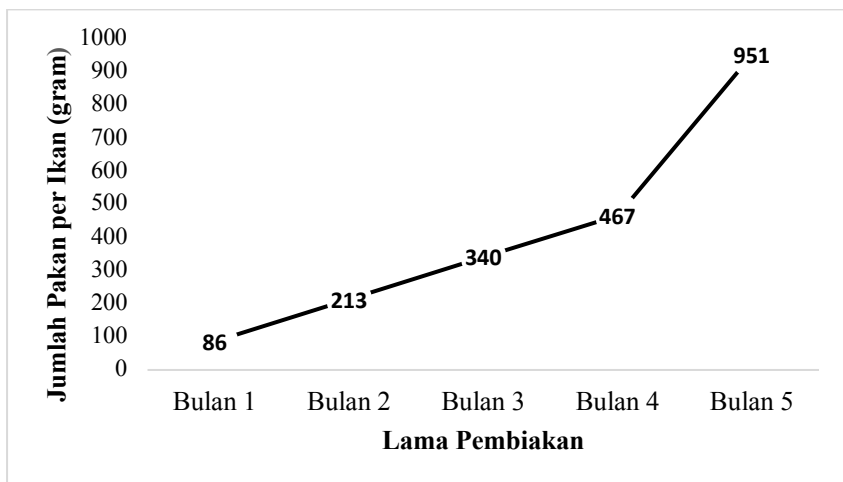
n = Lama / Umur Ikan

x = Bobot persentase pakan per berat ikan tergantung umur

U = Pakan Ikan pada hari (n)

S = Jumlah Pakan Ikan hingga hari (n)

Dengan mengetahui data-data yang telah didapatkan sebelumnya, maka kita dapat memperkirakan kebutuhan pakan ikan dari bibit berbobot 15 gram hingga panen 450 gram. Dengan laju pertumbuhan rata-rata 2,92 gram per hari, maka pembudidayaan ikan memerlukan sekitar 150 hari atau 5 bulan lamanya. Dalam pembesaran selama 5 bulan, ikan diprediksi memiliki bobot sebesar 438,4 gram sehingga dikatakan layak untuk panen. Untuk jumlah pakan yang dibutuhkan, referensi dapat diperoleh dari gambar berikut:



Gambar 4. 14. Grafik peningkatan kebutuhan Pakan Ikan.

Selain itu kebutuhan pakan ikan akan dibagi menjadi 3 fase, fase pertumbuhan I dimana membutuhkan 5%, fase pertumbuhan II dimana membutuhkan 5%, fase pertumbuhan III dimana membutuhkan 8%. Fase pertumbuhan I ikan akan dibiarkan bertumbuh selama 60 hari atau 2 bulan pertama. Kebutuhan pakan untuk fase I dengan menggunakan rumus sebelumnya adalah 299 gram per ikan. Kemudian kebutuhan pakan untuk fase II, Ikan diberi pakan selama 2 bulan dengan besar 5% dari berat ikan yaitu sebanyak 467 gram per ikan dan kebutuhan pakan untuk fase III sebanyak 8% dari berat ikan selama sebulan adalah 951 gram per ikan. Total kebutuhan pakan sekitar 2,06 Kilogram per Ikan atau 4120 ton pakan ikan dalam satu siklus.

Jenis pemberian pakan ikan harus diperhatikan. Karena ukuran pelet ikan harus menyesuaikan ukuran rahang ikan. Semakin kecil ukuran ikan maka semakin kecil diameter pelet yang harus diberikan. Jika terjadi kesalahan dalam pemberian pelet ikan, maka ikan tidak dapat memakan pelet tersebut mengakibatkan kanibalisme dan bahkan kematian.



Gambar 4. 15. Perbedaan Ukuran pelet  
Sumber : (JAPFA, 2019)

Gambar 4.15 menunjukkan perbedaan ukuran dari pakan ikan. Ikan yang dibiakkan dari bibit akan diberi makan berupa pelet berbentuk serbuk supaya dapat dimakan dan masuk dalam rahang yang ukuran kecil. Ketika ikan sudah berumur 1 – 2 bulan lebih maka pelet ikan dapat berganti menjadi ukuran yang lebih besar. Salah satu produsen produk makanan ikan di Indonesia adalah JAPFA dan mereka menyediakan berbagai jenis pakan ikan sesuai dengan jenis ikan maupun kebutuhan dari tiap ikan itu sendiri.

“Lembar ini sengaja dikosongkan”



## BAB V PERHITUNGAN EKONOMI

### 5.1. Perhitungan dan Estimasi Harga

Berikut rincian harga dan biaya yang dibutuhkan dalam pembudidayaan ikan pada tahun 2020.

#### 5.1.1. Biaya Pembuatan Ponton Kerja

Dalam pembuatan sebuah kapal tongkang, perencanaan anggaran harus dilakukan. Suatu perencanaan yang baik meliputi anggaran biaya bahan baku berupa pelat baja kapal, hingga perlengkapan tambahan seperti tali tambat maupun jangkar. Semakin banyak faktor yang diperhitungkan, semakin akurat estimasi biaya yang perlu dilakukan. Oleh karena itu sangatlah penting untuk menjabarkan biaya yang harus dikeluarkan.

Tabel 5. 1. Data tentang salah satu produk Krakatau Steel

Bahan	Merek	Ukuran	Berat	Harga
Pelat Kapal Marine	Krakatau Steel	10mm x 5m x 20m	729 Kg	IDR. 5.461.500

Harga pelat besi dari Krakatau untuk diameter 10mm bernilai sekitar IDR 5.461.500,-. Ini menjadi dasar hitung perihal biaya yang perlu dikeluarkan untuk konstruksi tongkang Kerja. Berat konstruksi tongkang sebesar 1464,70 ton. Jika dihitung menggunakan berat, nilai pengeluaran untuk pelat dapat dihitung dengan membandingkan berat konstruksi dan berat pelat. Hasil perhitungan didapat sekitar 2010 pelat yang dibutuhkan. Akan tetapi pelat tersebut tidak semuanya kepakai, ada material yang terbuang karena faktor ukuran. Sehingga pemesanan pelat perlu menambahkan sebanyak 5% menjadi 2111 pelat. Dari jumlah pelat kita dapat memperoleh pengeluaran sebesar IDR11.526.495.750,-.

Selain itu, biaya pembangunan Tongkang juga perlu diperhatikan. Tongkang dibuat di galangan yang mampu menampung pembuatan kapal ukuran 260ft. Lama pengerjaan ditargetkan dapat diselesaikan dalam waktu 1 tahun dimana terhitung 9 bulan efektif untuk kerja pembangunan konstruksi. Mereferensikan studi pembuatan konstruksi pada (Leal & Gordo, 2017), estimasi biaya buruh untuk pembuatan kapal tongkang dapat diperkirakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
C_p &= P_b \cdot (\gamma_b \cdot CER_p \cdot MDOP + CEQ_p) \\
&= 2371,06 \times (0,5 \times 9 \text{ bulan} \times \text{UMR} + \text{Rp. 2 jt}) \\
&= \text{IDR. 47.421.200.000,-}
\end{aligned}$$

Dimana

- $C_p$  : Biaya Produksi Struktur (IDR)  
 $P_b$  : Berat Struktur / Blok (ton)  
 $\gamma_b$  : Kompleksitas pembuatan blok  
 $CER_p$  : Estimasi waktu yang dibutuhkan (jam/ton)  
 $MDOP$  : Biaya kerja buruh (IDR/jam)  
 $CEQ_p$  : Biaya perlengkapan kerja (IDR/ton) [Asumsi 2jt]

Total pengeluaran yang diperlukan supaya membuat konstruksi tongkang Pakan Ikan sebesar IDR 58.947.695.750,- dimana IDR 11.526.495.750,- untuk biaya bahan sedangkan IDR 47.421.200.000,- untuk biaya pembuatan. Terkadang biaya pembuatan lebih besar daripada biaya bahan, hal ini dikarenakan faktor biaya buruh serta lama pengerjaan yang dibutuhkan supaya tongkang dapat dibangun. Selain itu, nilai biaya untuk produksi dapat berubah-ubah karena harga menyesuaikan kurs 2020 dimana UMR diambil senilai IDR 4.000.000,- (Surabaya).

### 5.1.2. Struktur Kandang Ikan

Ukuran kandang ikan yang digunakan adalah diameter 16 meter dengan Panjang 100 meter. Pelat konstruksi akan merancu pada tabel 5.1 dimana menggunakan pelat dari Krakatau. Struktur dari kandang ikan sendiri berbentuk silindris dengan gading penguat untuk net sehingga estimasi membutuhkan sekitar 10 pelat baja dengan harga IDR 54.615.000. Selain itu struktur dibungkus jaring supaya ikan terkekang dalam kandang. Salah satu produsen jaring tidak bersimpul berbahan HDPE adalah dari AQUATEC. Berdasarkan luas permukaan silinder, bisa didapatkan kebutuhan jaring sekitar IDR 31.500.000,- untuk 15 unit. Selain itu komponen pelengkap pada kandang ikan ini juga diperlukan seperti *mooring* dengan sebesar IDR 19.100.000,- dan *Airbag* sebesar IDR 2.600.000,-. Memerlukan 4 unit Total pengeluaran yang diperlukan supaya membuat konstruksi kandang ikan silindris sebesar IDR 98.384.500,- per kandang. Dalam perencanaan budidaya ikan

terdapat 3 kandang, sehingga biaya semua kandang sebesar IDR 295.153.500,-.

#### 5.1.3. Sistem Pendukung Kapal & Kandang Ikan

Sistem Pendukung yang dimaksud merupakan integrasi antara sistem pemberi pakan, kontrol, sistem perawatan/pemadam maupun sistem kelistrikan. Seluruh komponen dikategorikan menjadi satu karena merupakan biaya yang perlu dikeluarkan untuk memasang suatu sistem pada kapal tongkang. Karena harga sistem per komponen relatif berubah – ubah mengikuti pasar, maka pengambilan harga berdasarkan suatu studi. Berdasarkan analisis (Gurning, 2011), alokasi anggaran untuk sistem pada suatu kapal berkisar 10 – 15% dari anggaran total. Dengan asumsi kapal Tongkang serupa dengan kapal kargo, maka kita dapat mengambil asumsi sebesar 10% anggaran, dalam kasus ini harga dari pembuatan tongkang pakan. Anggaran total untuk pembuatan tongkang sebesar IDR 58.947.695.750,-, maka anggaran untuk sistem sebesar IDR 5.894.769.575,-.

#### 5.1.4. Harga Ikan Kerapu

Memperoleh bibit ikan kerapu tidaklah gampang, sebuah penetasan harus mampu mengakomodasi proses pengawinan ikan beserta menetas telur dari induk. Selain itu, sebuah penetasan mampu membesarkan bibit dari ukuran kecil hingga 5-10 cm. Perlu diperhatikan bahwa berat bibit bervariasi tergantung dari kualitas suatu penetasan. Oleh karena itu, Pemilihan tempat penetasan sangatlah penting supaya mendapat bibit dengan ukuran yang diharapkan beserta harga yang ekonomis.



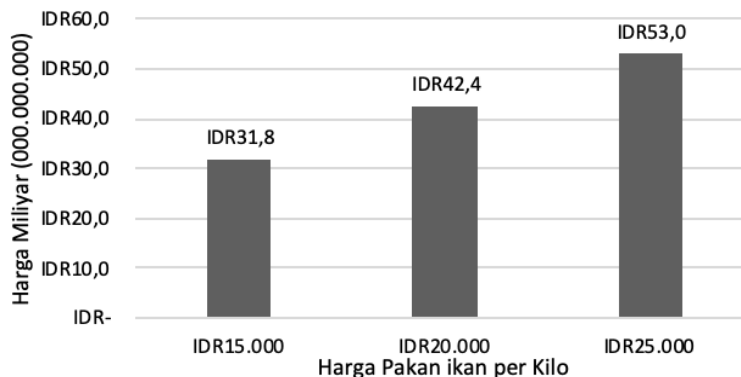
Gambar 5. 1. Benih Ikan Kerapu  
Sumber : (PT. SAMUDERA MAKMUR ALAM, 2019)

PT. Samudera Makmur Alam menjual bibit ikan hingga ukuran 10 cm dengan harga IDR 5.000,-. Benih ditetaskan dari Situbondo(Jatim), Padangaran (Jabar) maupun di Bali. Karena pemilihan lokasi berada di Teluk Prigi maka lebih dekat jika pembenihan diambil dari Situbondo. PT. Samudera Makmur Alam dapat menetaskan 100.000 hingga 400.000 ekor sehingga mampu memenuhi kebutuhan pembiakan ikan. Bibit yang dijual berukuran hingga 10 cm dengan berat 15 gram, sangat cocok dan ekonomis untuk dibeli dan dibiakkan dalam kandang ikan.

Perlu diperhatikan bahwa bibit ikan rentan mengalami mortalitas baik dikarenakan faktor lingkungan maupun kanibalisme. Menurut riset yang dilakukan pada bibit ikan kerapu macan (Setiadi, 2006), Dalam kondisi terkontrol ideal pun tingkat mortalitas benih mencapai 18,33%. Angka mortalitas benih yang dipilih berupa 20% guna mengantisipasi mortalitas ketika masa pertumbuhan bibit dalam kandang. Jika perencanaan memproduksi 2 juta ikan, benih yang dibeli haruslah 20% lebih yaitu sebanyak 2,5 juta bibit. Untuk membesarkan 2,5 juta ikan, maka biaya untuk membeli bibit ikan sebesar IDR 12.500.000.000,- per siklus.

#### 5.1.5. Harga Pakan Ikan

Salah satu biaya terbesar dalam pembiakan ikan adalah biaya pakan. Semakin murah pengeluaran untuk pakan ikan maka semakin usaha pembiakan ikan ini. Harga yang tinggi ini dikarenakan kualitas pakan yang tinggi serta proses manufaktur dalam skala besar sehingga harga jual produk tinggi. Akan tetapi supaya menurunkan biaya pakan ikan, pelaku usaha dapat meracik pakan ikan sendiri. Oleh karena itu pemilihan pakan ikan haruslah mempertimbangkan aspek kualitas dan harga yang ekonomis.



Gambar 5. 2. Bagan harga Pakan tiap harga yang berbeda

Harga Pakan ikan dapat bervariasi mengikuti pasar. Banyak produk yang telah ditawarkan untuk pakan jadi, mulai dari IDR 15.000,- per Kilo hingga IDR 25.000,-. Selain harga, perlu diperhatikan juga ukuran dari pakan yang hendak diberi. Pelet terbatas dari ukuran mulut ikan sehingga banyak produk mengeluarkan varian ukuran pelet dengan harga yang berbeda. Untuk memudahkan estimasi, harga semua produk disama-ratakan dengan harga IDR 15.000,- baik pelet ukuran besar maupun ukuran kecil. Jika suatu ikan membutuhkan 2,06 Kilogram per Ikan dalam satu siklus, 2 juta ikan membutuhkan hingga 2120 ton pakan ikan dalam satu siklus. Dengan harga pelet IDR 15.000,- per kilo, maka biaya pakan yang dibutuhkan per siklus adalah IDR 31.800.000.000,-. Dengan harga pelet IDR 20.000,- per kilo, maka biaya pakan yang dibutuhkan per siklus adalah IDR 42.400.000.000,-. Dengan harga pelet IDR 25.000,- per kilo, maka biaya pakan yang dibutuhkan per siklus adalah IDR 53.000.000.000,-. Diantara 3 opsi ini, harga pelet yang dipilih adalah IDR 20.000,- per kilo dengan biaya pakan per siklus sebesar IDR 42.400.000.000,-.

#### 5.1.6. Harga Jual Ikan Kerapu

Walau harga ikan mengikuti lokasi serta musim, Harga ikan kerapu mempunyai rentang sekitar IDR 50.000,- dalam kondisi tak segar alias mati sekali. Akan tetapi jika dapat menjual Ikan kerapu dengan kondisi tangkap hidup, maka nilai ekonomis meningkat, sekitar 2 kali lipat. Harga ikan yang semula hanya IDR 50.000,- bisa laku terjual dengan harga IDR 100.000,- dimana pembeli utamanya dari kalangan pasar ekspor. Target penjualan utama adalah penjualan ikan dengan kondisi hidup / segar.

#### 5.1.7. Sewa Kapal Tunda

Kegiatan utama operasional kapal tunda untuk memindahkan tongkang beserta kandang. Kemudian fungsi utama tongkang sebagai kapal angkut pakan ikan maka tidak memerlukan sistem propulsi dan hanya membutuhkan biaya untuk operasional dalam pemberian pakan ikan. Kapal tunda berfungsi sebagai kapal yang membantu pemindahan tongkang dan kandang ikan beserta perpanjangan tangan dalam kegiatan pemberian pakan dan perawatan. Kemudian daripada membuat kapal tunda baru,

pembelian kapal tunda bekas maupun menyewa merupakan opsi lainnya, dalam kasus ini biaya sewa kapal.

Riset perihal biaya sewa kapal tunda (FAHAD, 2016) menunjukkan tarif sewa untuk tugboat sesuai kemampuan Tarik/dorong engine adalah IDR 250.101 / Bulan.HP. Harga menyesuaikan besar HP mesin kapal tunda. Sebagai referensi, mesin utama kapal tunda yang digunakan adalah Cummins KTA19M3 2x600 HP / 1800 RPM Twin Screw. Cummins KTA19M3-600 HP memiliki nilai SFOC sebesar 111,1 liter / jam ketika *rated speed* berdasarkan katalog produk (ET Power Machinery Co.,Ltd, 2019) dimana beroperasi untuk memindahkan tongkang beserta kandang. Harga yang disewakan untuk menggunakan kapal tunda adalah sebesar IDR 300.121.200,- per bulan.

#### 5.1.8. Operasional Kapal

Dalam satu tahun terdapat beberapa trip untuk melakukan pemindahan dari dermaga ke lokasi budidaya. Tiap trip memerlukan waktu sebanyak 1 hari dikarenakan lokasi budidaya dekat dengan pelabuhan perikanan. Terdapat beberapa trip dalam setahun dengan rincian sebagai berikut:

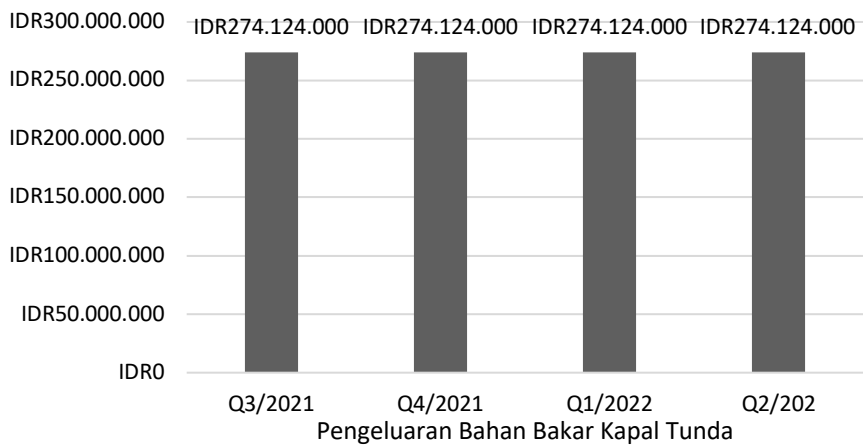
- Trip 1 : Membawa Tongkang dari pelabuhan
- Trip 2,3,4 : Membawa Kandang Ikan dari pelabuhan
- Trip 5,6,7 : Membawa Kandang Ikan balik pelabuhan
- Trip 8 : Membawa Tongkang ke pelabuhan

Biaya yang dibebankan pada tiap trip sesuai dengan kebutuhan bahan bakar kapal tunda selama beroperasi selama 1 hari atau 24 jam. Kebutuhan bahan bakar mesin penggerak kapal tunda adalah 111,1 liter / jam tetapi karena ada 2 propulsi maka kebutuhan bahan bakar adalah 222,2 liter / jam. Dalam sehari, Bahan bakar yang dikonsumsi bisa mencapai 5,33 kiloliter High Speed Diesel (HSD). Harga distributor HSD pertamina per Desember 2019 pada Area I (Jawa) untuk industri pelayaran seharga IDR 12.857.60,- per liter. Jika dalam 1 trip membutuhkan 5,32 kiloliter, Biaya untuk satu trip diperkirakan sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{FOC}_{(1 \text{ Motor})} &= 111,1 \text{ liter / jam} \\ \text{FOC}_{(2 \text{ Motor})} &= 222,2 \text{ liter / jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 5,33 \text{ kiloliter / hari} \\
 \text{Harga HSD} &= \text{IDR } 12.857.60,- \text{ per liter} \\
 \text{Biaya} &= \text{Harga HSD} \times \text{FOC}_{(2 \text{ Motor})} \\
 &= \text{IDR } 12.857.60 / \text{liter} \times 5,33 \text{ kiloliter / hari} \\
 &= \text{IDR } 68.531.000,- \text{ per hari}
 \end{aligned}$$

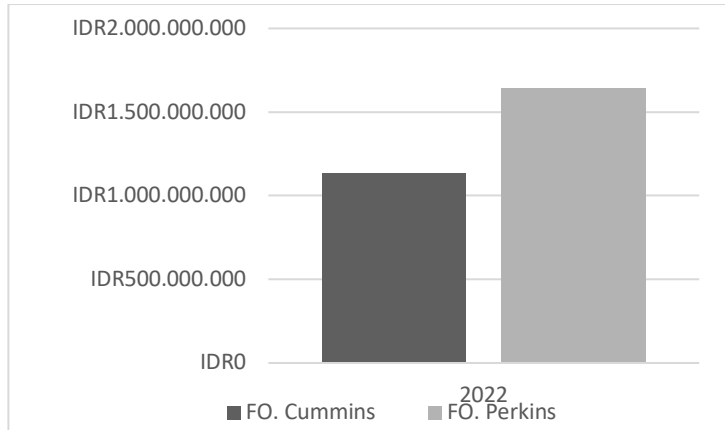
Setelah mendapat biaya kebutuhan per hari, maka perhitungan kebutuhan bahan bakar ketika hendak menyewa kapal tunda dapat dicari. Menyesuaikan waktu penyewaan kapal tunda, Berikut rincian biaya bahan bakar yang dikeluarkan untuk sewa:



Gambar 5. 3. Bagan biaya pengeluaran bahan bakar per kuartal 2021/2022

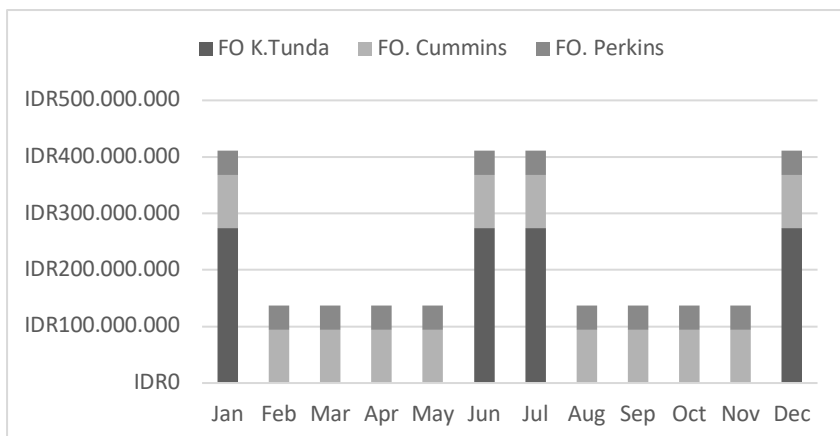
Usaha budidaya dimulai sejak 2021 dimana aset tongkang dan kandang sudah selesai dibangun. Pada kuartal 3, kapal tunda akan digunakan untuk memindah tongkang serta 3 kandang ikan, total 8 trip. Kemudian dalam setahun terdapat 2 siklus pembiakan sehingga terdapat 16 trip. Ekspektasi bahan bakar yang dikeluarkan untuk kapal tunda sebesar IDR 1.096.496.000,-.

Selain biaya bahan bakar kapal tunda, biaya bahan bakar generator sistem juga diperhitungkan. Berdasarkan katalog Generator, Cummins generator mempunyai nilai 61,05 liter / jam dalam kondisi beban 75% serta katalog generator Perkins mempunyai nilai 5,5 liter / jam dalam kondisi beban 75%. Dengan asumsi bahwa tongkang akan berdiam selama 1 tahun sebelum melakukan isi ulang maka perhitungan kebutuhan bahan bakar generator sebagai berikut:



Gambar 5. 4. Bagan biaya pengeluaran bahan bakar per tahun (2022)

Dalam 1 hari, kegiatan pemberian pakan berlangsung selama 1 - 3 jam dengan 1 jam tambahan untuk sistem kontrol. Maka terhitung membutuhkan 61,05 liter / jam selama 4 jam dan sisanya 5,5 liter / jam. Dalam sehari, Generator Cummins membutuhkan bahan bakar sebanyak 244,2 liter / hari serta 110 liter / hari untuk generator perkins. Jika diakumulasikan selama setahun/2 siklus, Generator Cummins membutuhkan sebanyak 43,96 kiloliter dan generator perkins membutuhkan 19,8 kiloliter. Harga distributor HSD pertamina per Desember 2019 pada Area I (Jawa) untuk industri pelayaran seharga IDR 12.857.60,- per liter. Maka didapat masing-masing generator membutuhkan IDR1.130.337.336 dan IDR509.160.960 dengan total biaya IDR 1.639.498.296,- per tahun.



Gambar 5. 5. Bagan biaya pengeluaran bahan bakar per tahun



Pengeluaran yang diperlukan untuk operasional kapal tunda adalah sebesar IDR1.130.337.336,- dan biaya untuk operasional sistem pada kapal tongkang sebesar IDR 1.639.498.296,-. Dalam setahun, kegiatan operasional budidaya memerlukan anggaran sebesar IDR 2.735.994.296,- untuk bahan bakar kapal tunda beserta generator guna sistem kontrol.

#### 5.1.9. Manajemen

Suatu perusahaan tidak dapat bergerak jika tidak ada yang mengaturnya. Perlu menempatkan pegawai untuk posisi tertentu sebagai kunci utama usaha supaya dapat berjalan. Perusahaan memerlukan beberapa figur yang bertanggungjawab dalam kegiatan operasional perusahaan baik secara Teknis, ekonomis, maupun urusan legal. Selain itu, pekerja harus diberi kompensasi yang sesuai dengan besar tanggung jawab yang perusahaan berikan untuk melakukan usaha. Oleh karena itu, perencanaan perihal posisi yang dibutuhkan beserta besar kompensasi yang diberikan harus dibuat. Perencanaan posisi dan anggaran sebagai berikut:

Tabel 5. 2. Alokasi anggaran untuk gaji manajemen budidaya per Januari 2019

No.	Posisi	Jumlah	Biaya Tahunan
1	Direktur	1	IDR240.000.000
3	Manajer Pemasaran	1	IDR120.000.000
4	Manajer Operasional	1	IDR120.000.000
5	Teknisi	2	IDR240.000.000
6	Pegawai Operasional	4	IDR240.000.000
7	Pegawai	1	IDR36.000.000
Total		12	IDR 996.000.000

Untuk menjalankan usaha budidaya ikan, maka suatu perusahaan harus memiliki manajemen untuk mengatur usaha baik dari segi teknis, ekonomis, hingga urusan legal dsb. Dengan jumlah pekerja sebanyak 12 orang, perusahaan membutuhkan anggaran sebesar IDR 996.000.000,-. Selain itu perlu adanya kompensasi tambahan bagi hak-hak pegawai seperti cuti tahunan(5%), bonus performa baik(20%), asuransi(5%), dana pensiun(10%) serta bonus tambahan lainnya(5%). Total bonus yang didapatkan dianggarkan sebesar 45% dari pendapatan tahunan yaitu sebesar IDR 448.200.000,- Total yang perlu perusahaan keluarkan per tahun untuk memberi gaji pegawai beserta bonus sebesar IDR 1.444.200.000,-.

## 5.2. Skenario Keuangan

Berikut rincian harga yang dibutuhkan dalam pembudidayaan ikan

### 5.2.1. *Capital Expenditure (CapEx)*

Setelah mengetahui dana yang dibutuhkan untuk membeli dan mendapatkan aset, maka biaya kapital dapat ditentukan. Aset yang dibutuhkan berupa tongkang kerja, tongkang pakan ikan, 3 unit kandang ikan, sistem yang hendak digunakan, kapal pendukung maupun fasilitas kantor guna menunjang kegiatan operasional akuakultur. Jika ditotal, biaya kapital dapat dikatakan besar, tetapi merupakan investasi yang menguntungkan kegiatan operasional.

Tabel 5. 3. Total *Capital Expenditure (CapEx)*

No.	Nama Aset	Harga
1	Kapal Tongkang	IDR58.947.695.750
2	Kandang Ikan (3 Buah)	IDR 885.460.500
3	Sistem Pakan & Kontrol Budidaya Ikan	IDR 5.894.769.575
Total		IDR65.727.925.825

Tabel 5.2 menunjukkan jumlah yang dibutuhkan untuk membuat aset untuk kegiatan budidaya ikan. Biaya mencakup biaya konstruksi dan pembuatan tongkang, kandang ikan, serta sistem untuk kapal dan kandang. Biaya galangan maupun jasa konstruksi dijadikan satu dengan biaya pembuatan tongkang karena merupakan kesatuan unit dalam pembangunan. Selain itu perlu dicatat bahwa lama pengerjaan 1 tahun dimana 9 bulan merupakan tahap pembangunan konstruksi. Hasil yang didapat berupa total pengeluaran untuk CapEx sebesar IDR 65.727.925.825

### 5.2.2. *Operational Expenditure (OpEx)*

Dalam kegiatan operasional Akuakultur, harus diperhatikan bahwa kas yang dimiliki harus mencukupi hingga 1 tahun atau 2 siklus panen. Hal ini bertujuan supaya perusahaan dapat tetap menjalankan kegiatan operasional akuakultur ketika sedang menjualkan hasil panen siklus pertama serta menunggu pencairan pembayaran. Jika keuangan kas habis, maka usaha akuakultur akan langsung berhenti dikarenakan tidak mampu membayar pakan ikan. Oleh karena itu, besar biaya operasional harus diusahakan

sekecil mungkin supaya tidak membebankan kas dan menghasilkan keuntungan dari usaha akuakultur.

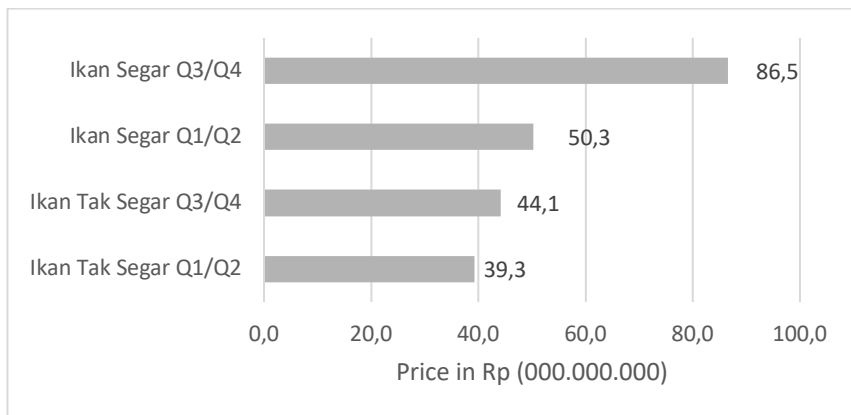
Perusahaan harus ditargetkan mempunyai kas yang cukup untuk berjalan selama 1 tahun / 2 siklus pembiakan. Hal ini adalah penting karena bertujuan supaya menjamin tidak terjadinya kredit macet dikarenakan tidak mampu membayar biaya operasional baik karena pendapatan belum masuk maupun kendala lainnya. Selain itu juga untukantisipasi dana tak terduga akibat kenaikan harga ataupun faktor lainnya. Berikut rincian dana yang dibutuhkan untuk biaya operasi:

Tabel 5. 4. Total *Operational Expenditure (OpEx)*

No.	Biaya	Harga (1 Tahun)
1	Biaya Bibit Ikan	IDR 25.000.000.000,-
2	Biaya Pakan Ikan	IDR 84.800.000.000,-
3	Biaya Manajemen	IDR 1.444.200.000,-
4	Biaya Operasional Kapal	IDR 2.735.994.296,-
5	Biaya Sewa Kapal Tunda	IDR 1.200.484.800,-
	Total	IDR115.180.679.096,-

### 5.2.3. Pemasukan Kas

Dengan melakukan penyesuaian harga dengan inflasi 5% per tahun hingga 2022, Penjualan Ikan dalam jumlah besar dalam kondisi segar sehingga harga bisa mencapai sebesar IDR55.880 hingga IDR96.133 per ikan. Akan tetapi, tidak semua dapat dijual dengan kondisi segar, ada pula dijual dengan kondisi tak segar sehingga harga turun menjadi IDR43.634 hingga IDR49.052 per Ikan. Selain itu, harga jual ikan berbeda pada tiap musim / bulan.



Gambar 5. 6. Grafik Harga Jual Ikan tergantung Musim per 2022.

Harga jual ikan yang tak menentu dapat mempengaruhi potensi pendapatan usaha. Tiap musim maupun kondisi ikan mempengaruhi harga jual ikan dimana tertinggi adalah harga jual ikan segar pada Q3/Q4 sedangkan harga jual terendah ikan tak segar pada Q1/Q2. Oleh karena itu, usaha memerlukan strategi dalam menjual ikan dalam kondisi ikan hidup ataupun tak segar. Dalam kasus ini, harga jual ikan yang diambil adalah harga jual ikan kondisi segar dimana seluruh ikan hasil budidaya tidak dijual dengan kondisi tak segar.

Tabel 5. 5. Perhitungan Pemasukan Kas karena Penjualan

Periode	Harga Ikan	Pemasukan Penjualan
Q1/Q2	IDR55.880	IDR50.292.421.948
Q3/Q4	IDR96.133	IDR86.519.856.426
Total		IDR136.812.278.374

Ikan yang dijual diperkirakan hingga 2.000.000 Ikan dengan berat 450 gram. Sesuai pendapatan kotor dari penjualan ikan segar pada tiap siklus, jumlah laba kotor diterima dari penjualan semua ikan hasil budidaya dalam setahun sebesar IDR 136.812.278.374,- Dalam siklus pertama, laba kotor yang diterima sebesar IDR50.292.421.948,- sedangkan laba kotor yang diterima pada siklus kedua sebesar IDR86.519.856.426,-. Pendapatan perusahaan dalam masih berupa laba kotor dimana belum dipotong pajak maupun biaya operasi.

#### 5.2.4. Risiko

Dalam pengoperasian kegiatan budidaya ikan, faktor risiko kerugian secara material tidak dapat terhindarkan. Kerugian material bisa berasal dari faktor eksternal berupa cuaca maupun faktor internal berupa usia aset. Selain itu, dampak kerugian ini dapat berpengaruh pada keberlangsungan ikan sehingga berisiko untuk gagal panen bahkan menghambat siklus panen berikutnya. Untuk mengantisipasi kerugian yang mungkin terjadi, diperlukan perkiraan jika terjadi kerusakan atau kegagalan dalam usaha. Berikut penjabaran macam-macam risiko beserta nilai kerugiannya:

Tabel 5. 6. Risiko yang terjadi

Level Risiko	Deskripsi	Nominal Kerugian
1	Pertumbuhan ikan tidak Ideal (10% kurang)	IDR. 5.010.000.000,-
2	Tingkat Kematian (20%) pada 2 bulan pertama.	IDR. 13.220.160.000,-
3	Tongkang & Kandang tertubruk (20% dari biaya pembuatan)	IDR 13.991.536.600,-
4	Kandang / Jaring Rusak & Ikan Kabur	IDR. 16.700.000.000,-
5	Tongkang Pemberi Pakan Rusak tenggelam	IDR 242.772.222.500,-

Dalam kegiatan operasional, usaha budidaya berisiko terhadap hingga 5 level permasalahan dimana dibagi berdasarkan nominal terkecil (Level 1) hingga nominal terbesar (level 5). Permasalahan perihal kerugian finansial dari budidaya yang tidak optimal serta kerugian karena faktor teknis seperti kerusakan struktur kapal maupun jaring sehingga ikan kabur. Risiko ini susah dihindarkan karena ada unsur biologis ikan dan pertumbuhan yang kurang ideal. Akan tetapi, risiko karena kesalahan dalam pengoperasian maupun penanganan kapal dan kandang dapat dihindarkan.

Pada level risiko 1, nilai yang didapat merupakan hasil selisih dari berat target panen dengan pengurangan bobot sebesar 10% dan dikali harga jualnya. Kemudian pada level risiko 2, Nilai yang didapat merupakan penjumlahan dari harga bibit yang mati baik secara natural maupun efek kanibalisme hingga 20% beserta banyak pakan yang dikeluarkan selama fase bibit maupun kerugian potensial hasil jual ikan. Setelah itu terdapat level risiko 3 dimana segala kerusakan yang dapat terjadi sehingga membuat struktur tongkang maupun kandang ikan rusak tapi tidak fatal (alokasi dana 20%). Akan tetapi pada skenario 4 & 5, Risiko terbesar usaha budidaya dapat terjadi, aset rusak dan berisiko gagal panen. Pada level risiko 4, struktur kandang maupun jaring rusak baik karena faktor umur maupun efek dari eksternal sehingga potensi untuk panen sebuah kandang hilang. Nilai nominal didapat berupa harga bibit beserta harga pakan yang telah diberikan, dengan kata lain jumlah ikan yang berpotensi dijual. Pada level risiko 5, Kerusakan parah pada tongkang mengakibatkan seluruh kegiatan operasional berhenti. Ketika tongkang tidak dapat melakukan kegiatan

operasional, pemberian pakan ikan berhenti dan belum ada alternatif lainnya yang dapat menggantikan. Efek kerugian yang ditimbulkan jika tongkang tenggelam adalah sebesar biaya produksi tongkang tersebut ditambah nominal kerugian yang dijual beserta kerugian kargo pakan ikan yang dibawa.

#### 5.2.5. Asuransi

Keuntungan dari menggunakan asuransi adalah sebagai faktor pengaman secara finansial jika terjadi kegagalan maupun tragedi tak terduga ketika kegiatan operasional budidaya ikan. Ketika suatu kecelakaan / skenario buruk terjadi, asuransi berperan dalam memberikan dana tambahan untuk menutupi kas yang kurang. Selain itu, asuransi dapat menjamin keberlangsungan usaha dari faktor risiko yang berbahaya.

Asuransi pada suatu usaha berdasarkan jumlah nominal yang diasuransikan beserta jumlah premi yang dibayarkan. Dalam budidaya ini, nominal dana yang harus dikeluarkan adalah sesuai dengan besarnya nilai faktor risiko. Besar nominal yang didapatkan pada perhitungan risiko bisa menjadi patokan untuk besar nilai yang diasuransikan. Kemudian untuk penyesuaian premi, mengikuti kebijakan yang diterapkan suatu institusi / Lembaga pemberi asuransi.

Belum ada asuransi budidaya ikan skala besar pada Indonesia sehingga tidak ada tarif yang pasti terkait harga premi yang diberikan untuk kegiatan usaha. Akan tetapi, terdapat asuransi khusus untuk budidaya ikan skala kecil dinamakan program Asuransi Perikanan bagi Pembudidaya Ikan Kecil (APPIK). Program ini berfokus kepada pemberian asuransi pada usaha pembesaran dimana dapat mengganti rugi kerugian diakibatkan mortalitas bibit yang tinggi. Untuk sekarang, program asuransi mencakup Ikan Patin, Ikan Nila Payu, Ikan Nila Tawar, Ikan Bandeng, Udang, dan Polikultur tetapi baru asuransi pada udang dan ikan lele yang telah dilaksanakan. Oleh karena itu belum ada penentuan tepat perihal asuransi pada ikan kerapu yang usaha budidaya ini hendak lakukan

Jika suatu institusi tertarik melakukan pemberian paket asuransi kepada usaha ini, maka paket asuransi harulah dibagi menjadi 2, asuransi untuk aset perusahaan berupa tongkang dan kandang, serta asuransi untuk panen ikan. Besar nilai yang diasuransikan akan mereferensikan pada besar nominal risiko

dimana nilai pertanggungan maksimal mengikuti skenario level risiko 5. Kemudian untuk asuransi pada hasil panen, risiko terbesar yang dapat terjadi berupa gabungan skenario level risiko 1 dengan level risiko 2 sehingga besar nilai pertanggungan adalah penjumlahan kedua risiko tersebut.

Mereferensikan Surat Edaran Otoritas Jasa Keuangan (OJK) Republik Indonesia Nomor 6/SEOJK.05/2017 pada bagian III 12a.b.c , nilai premi yang diperbolehkan dalam usaha asuransi Risiko Sendiri (*Deductible*) sebesar 5% dari nilai kerugian material atau 0,1% dari total keseluruhan klaim untuk setiap risiko dan setiap lokasi (*declared value any one risk at any one location*). Dalam kasus ini, (PT Chubb General Insurance Indonesia) menyediakan asuransi *Marine Hull* untuk kapal sebesar 0,7% dimana asuransi mencakup segala risiko yang tertera pada Institute Time Clauses Hull 1/10/83 Cl. 280 untuk kapal tongkang. Dengan estimasi biaya premi untuk tongkang sebesar 0,7%. Sedangkan asuransi *Marine Cargo* untuk kapal sebesar 0,5% dimana asuransi mencakup segala risiko yang tertera pada Institute Cargo Clause “A” 1/1/82, Warehouse to Warehouse, etc. biaya asuransi yang dikeluarkan sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Biaya Asuransi Aset} &= \text{Nilai Pertanggungan} \times \text{Tarif Premi} \\ &= \text{IDR } 65.727.925.825,- \times 0,7\% \\ &= \text{IDR. } 460.095.481,-\end{aligned}$$

Besar asuransi yang dikeluarkan untuk asuransi aset sebesar IDR. 460.095.481,-. Ini merupakan biaya premi yang usaha ini harus keluarkan guna mengasuransikan biaya pembuatan tongkang baru sebesar IDR 65.727.925.825,- pada tahun 2022. Akan tetapi perlu diperhatikan depresiasi suatu aset sehingga biaya premi asuransi dapat berubah. Dalam kasus ini, ekspektasi aset bertahan hingga 20 tahun sehingga nilai depresiasi aset sebesar 5% per tahun. Secara tidak langsung, biaya asuransi yang dikeluarkan untuk pertanggungan pun berkurang 5% per tahun.

$$\begin{aligned}\text{Biaya Asuransi Pakan} &= \text{Nilai Pertanggungan} \times \text{Tarif Premi} \\ &= \text{IDR } 84.800.000.000 \times 0,5\% \\ &= \text{IDR } 424.000.000,-\end{aligned}$$

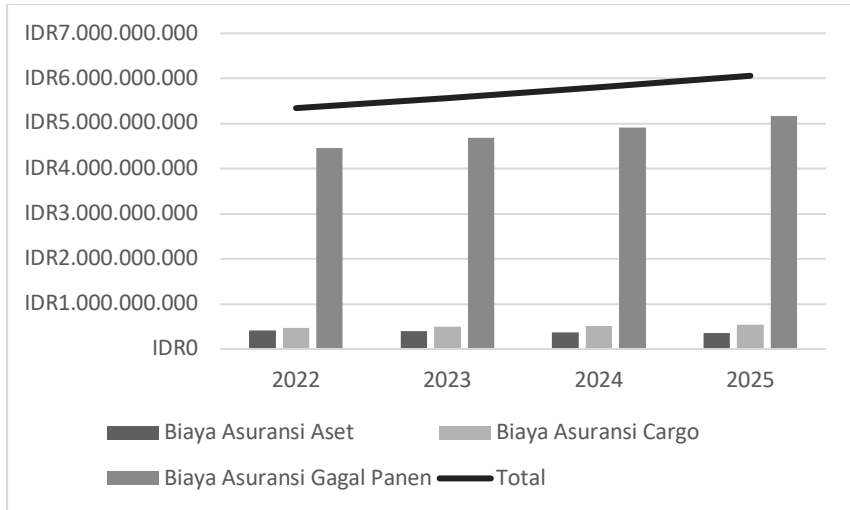
Selain itu, besar asuransi yang dikeluarkan untuk asuransi kargo pakan ikan sebesar IDR 424.000.000,-. Ini merupakan biaya premi yang usaha ini harus keluarkan guna mengasuransikan biaya kargo pakan ikan sebesar IDR 84.800.000.000,- pada tahun 2022. Akan tetapi perlu diperhatikan inflasi harga jual pakan ikan sehingga biaya premi asuransi dapat berubah. Dalam kasus ini, ekspektasi nilai inflasi sebesar 5% per tahun. Secara tidak langsung, biaya asuransi yang dikeluarkan untuk pertanggungungan pun meningkat 5% per tahun.

Asuransi *Marine Hull* maupun *Marine Cargo* tidak mencakup kerugian pada perikanan yang diakibatkan oleh rusaknya tongkang sehingga seluruh kerugian gagal panen akibat rusaknya tongkang. Sebagai alternatif asuransi guna mencegah kerugian dikarenakan gagal panen ataupun mortalitas ikan yang tinggi, asuransi khusus yang ditargetkan pada hasil budidaya ikan sangat diperlukan. Studi survei pengusaha pembiakan ikan di USA (Shaik, et al., 2008) menunjukkan bahwa banyak pengusaha tertarik mengikuti asuransi dimana menanggung 85% kerugian dengan pembayaran premi sebesar 5,5%. Dengan mereferensikan studi ini, dana yang dikeluarkan untuk membayar asuransi sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Biaya Asuransi Ikan} &= (0,85 \times \text{Pemasukan Panen}) * 5,5\% \\ &= 0,85 \times \text{IDR } 55.057.242.373 \times 5,5\% \\ &= \text{IDR } 4.044.803.288\end{aligned}$$

Asuransi ini diharapkan dapat menanggulangi kerugian akibat gagal panen total dengan nominal 85% dari kas total sebesar IDR 55.057.242.373,-. Angka ini didapat dari rata-rata penjualan baik kondisi ikan segar maupun tak segar dalam berbagai musim pada gambar 5.6. Besar premi yang harus dibayarkan seharga IDR 4.044.803.288. Hal ini guna mengantisipasi kerugian akibat kecelakaan pada tongkang pemberi pakan sehingga menghambat proses pemberian pakan ikan.





Gambar 5. 7. Bagan biaya pengeluaran bahan bakar per tahun

Dengan menyesuaikan perubahan harga dari 2020 ke 2022 hingga 2025, Biaya asuransi diperkirakan dengan alokasi dana dalam gambar 5.7. Biaya terbesar dialokasikan pada biaya asuransi gagal panen karena mengandung kerugian terbesar dari segi pemasukan usaha. Selain itu terdapat juga asuransi aset maupun cargo pakan ikan. Secara garis besar semua biaya untuk asuransi mengalami kenaikan walau aset mengalami depresiasi. Hal ini disebabkan karena inflasi yang mempengaruhi harga pembelian pakan ikan beserta harga jual ikan. Biaya yang diprediksi untuk dikeluarkan pada tahun 2022 sebesar IDR 5.342.091.796,-

#### 5.2.6. Biaya Perawatan

Dalam kegiatan perawatan kapal, segala suatu kegiatan reparasi di galangan mengikuti standar yang diterapkan oleh BKI karena aset kapal tongkang mengikuti klas BKI. Kegiatan perawatannya sendiri bersifat tahunan tetapi periode pengerjaan bisa berbeda, mengikuti hasil inspeksi yang dilakukan. Dalam kegiatan inspeksi, terdapat 3 macam inspeksi.

Survei anual adalah kegiatan survei bersifat tahunan dimana dilakukan pengecekan pada bagian kapal diatas sarat air. Dikarenakan kapal berupa tongkang, maka tidak diwajibkan untuk melakukan pengedokan. Pengecekan dilakukan hanyalah pemeriksaan visual beserta pengambilan data ketebalan pelat pada titik tertentu secara acak. Umumnya biaya dalam pelaksanaan

survei ini dibayarkan ke klas BKI dan menyesuaikan posisi pengecekan.

Survei pertengahan adalah kegiatan survei antara, biasanya per 2-3 tahun. Kegiatan survei ini dapat dirangkap dengan kegiatan survei anual karena waktu yang hampir bersamaan. Survei jenis ini kapal harus wajib melakukan pengedokan akan tetapi dikarenakan kapal merupakan bangunan baru, maka ekspektasi pengerjaan memakan waktu 2 minggu sehingga tidak menghambat kegiatan operasional budidaya ikan secara signifikan.

Survei Khusus adalah kegiatan survei per 5 tahun dimana seluruh komponen kapal diperiksa. Untuk kapal jenis tongkang, kegiatan survei ini tidak berbeda dari kegiatan survei pertengahan dimana kapal tongkang harus melakukan pengedokan untuk di cek ketebalan pelat pada lambung. Dikarenakan Survei jenis ini kapal harus wajib melakukan pengedokan, maka kegiatan pembudidayaan bisa berhenti selama kegiatan reparasi, sekitar sebulan.

Untuk perbandingan, studi yang dilakukan (Permatasari, Basuki<sup>2</sup>, & Kusuma, 2017) sampel kapal yang digunakan adalah kapal penumpang yang ukuran dimensi mendekati ukuran kapal tongkang. Dengan mengasumsi bahwa kegiatan reparasi dan perawatan pada lambung bawah dan atas garis air bakal dilakukan pada kapal tongkang, maka prediksi biaya yang dikeluarkan adalah IDR 1,913,645,259,- dengan penyesuaian inflasi sebesar 5% menjadi IDR 2.442.350.161 pada tahun 2022.

#### 5.2.7. Kebutuhan Dana & Kepemilikan

Setelah mengetahui besar dana yang dibutuhkan untuk CapEx dan OpEx, Kebutuhan pendanaan suatu perusahaan dapat diperhitungkan. Sumber pendanaan dapat berasal dari 3 pihak, dana sendiri, dana investor, serta dana pinjaman. Perbedaan antara ketiga sumber pendanaan adalah sebagai berikut:

- Dana Sendiri : Sumber dana dari diri kita sendiri dimana keuntungan didapat dari profit perusahaan ataupun hasil pembagian dari banyak saham dimiliki.
- Dana Investor : Sumber dana dari pendana lain (seorang investor) dimana keuntungan didapat dari profit perusahaan, hasil pembagian dari banyak saham dimiliki, ataupun hasil jual beli saham.

- Dana Pinjaman : Sumber dana berupa pinjaman berupa kas ke suatu individu atau institusi (bank dsb). Pengembalian berupa iuran bulanan beserta bunga ke pemilik dana hingga batas waktu yang ditentukan.

Dengan adanya banyak sumber pendanaan, maka pembagian pengajuan dana kepada investor dan institusi pinjaman perlu diperhatikan karena mempengaruhi arus kas dalam pembagian saham, pembagian keuntungan serta pengembalian dana pinjaman berupa utang beserta bunga. Diketahui bahwa besar CapEx yang dibutuhkan sebesar IDR 65.727.925.825,- serta biaya operasional untuk usaha berjalan selama 1 tahun sebesar IDR 115.180.679.096,-. Total dana yang dibutuhkan sekitar IDR 180.908.604.921,- untuk membangun konstruksi kapal dan kandang serta 1 tahun kemudian untuk menjalankan kegiatan operasional. Alokasi dana dijabarkan 100% bersumber dari dana investor. Kegiatan operasional usaha budidaya memiliki biaya awal yang besar sehingga bunga dana pinjaman berisiko besar. Selain itu jumlah pendapatan usaha yang tidak besar membuat pembayaran angsuran tidak terpenuhi. Oleh karena itu, skenario pendanaan untuk kasus ini murni dari investor.

### 5.3. Analisis Ekonomi

Berikut analisis proyeksi usaha budidaya ikan beserta prediksi kondisi keuangan kedepannya

#### 5.3.1. Proyeksi Arus Kas (20 Tahun)

Proyeksi Arus kas dilakukan untuk menentukan *Return of Invest* suatu investor serta menunjukkan kesehatan finansial suatu perusahaan dilihat dari NPV beserta jumlah kas yang dimiliki. Dalam kegiatan usaha dilakukan mulai dari tahun 2020 hingga 2040 dimana kerugian karena risiko dapat terjadi. Selama 5 tahun pertama, target utama adalah melunaskan agunan dan bunga dana pinjaman dimana ditargetkan pelunasan dalam 5 tahun pertama. Kemudian setelah tercapai maka laba yang didapatkan dapat dibagikan kepada pemegang saham serta dapat analisis NPV usaha budidaya ini beserta nilai IRR yang dapat tercapai. Berikut prediksi arus kas 20 tahun kedepan dimana terjadi kerugian-kerugian faktor risiko:

Tabel 5. 7. Arus Kas 2020 – 2025

Description		2020		2021		2022		2023		2024		2025	
Operasional	Ikan Segar Q1/Q2	IDR	-	IDR	-	IDR	50.292.421.948	IDR	52.807.043.045	IDR	55.447.395.198	IDR	58.219.764.958
	Ikan Segar Q3/Q4	IDR	-	IDR	-	IDR	86.519.856.426	IDR	90.845.849.247	IDR	95.388.141.710	IDR	100.157.548.795
	Total	IDR	-	IDR	-	IDR	136.812.278.374	IDR	143.652.892.293	IDR	150.835.536.907	IDR	158.377.313.753
Pengeluaran	Biaya Bibit Ikan	IDR	-	IDR	12.500.000.000	IDR	26.250.000.000	IDR	27.562.500.000	IDR	28.940.625.000	IDR	30.387.656.250
	Biaya Pakan Ikan	IDR	-	IDR	42.400.000.000	IDR	89.040.000.000	IDR	93.492.000.000	IDR	98.166.600.000	IDR	103.074.930.000
	Biaya Perawatan Kapal	IDR	-	IDR	-	IDR	2.442.350.161	IDR	2.564.467.669	IDR	2.692.691.053	IDR	2.827.325.605
	Biaya Manajemen	IDR	-	IDR	722.100.000	IDR	722.100.000	IDR	722.100.000	IDR	722.100.000	IDR	794.310.000
	Biaya Operasional	IDR	-	IDR	1.367.997.148	IDR	2.872.794.011	IDR	3.016.433.711	IDR	3.167.255.397	IDR	3.325.618.167
	Biaya Asuransi	IDR	-	IDR	-	IDR	5.175.343.707	IDR	5.434.110.893	IDR	5.705.816.437	IDR	5.991.107.259
	Biaya Risiko	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-
	PPN 10%	IDR	-	IDR	-	IDR	13.681.227.837	IDR	14.365.289.229	IDR	15.083.553.691	IDR	15.837.731.375
Total	IDR	-	IDR	56.990.097.148	IDR	140.183.815.717	IDR	147.156.901.502	IDR	154.478.641.578	IDR	162.238.678.656	
Investasi	Tongkang	IDR	58.947.695.750	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-
	Kandang	IDR	885.460.500	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-
	Sistem Permesinan	IDR	5.894.769.575	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-
	Total	IDR	65.727.925.825	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-
kegiatan Finansial	<b>Income</b>												
	Dana Pinjaman (Bank)	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-
	Dana Investor	IDR	180.908.604.921	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-
	Total	IDR	180.908.604.921	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-
	<b>Expenditure</b>												
Angsuran Dana Pinjaman	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	
Surplus/Defisit	IDR	115.180.679.096	IDR	(56.990.097.148)	IDR	(3.371.537.343)	IDR	(3.504.009.210)	IDR	(3.643.104.670)	IDR	(3.861.364.904)	
Kas pada Awal Tahun	IDR	-	IDR	115.180.679.096	IDR	58.190.581.948	IDR	54.819.044.605	IDR	51.315.035.396	IDR	47.671.930.725	
Kas pada Akhir Tahun	IDR	115.180.679.096	IDR	58.190.581.948	IDR	54.819.044.605	IDR	51.315.035.396	IDR	47.671.930.725	IDR	43.810.565.822	

Tabel 5. 8. Arus Kas 2026 – 2030

Description		2026		2027		2028		2029		2030	
Operasional	Ikan Segar Q1/Q2	IDR	61.130.753.205	IDR	64.187.290.866	IDR	67.396.655.409	IDR	70.766.488.179	IDR	74.304.812.588
	Ikan Segar Q3/Q4	IDR	105.165.426.235	IDR	110.423.697.547	IDR	115.944.882.424	IDR	121.742.126.545	IDR	127.829.232.872
	Total	IDR	166.296.179.440	IDR	174.610.988.412	IDR	183.341.537.833	IDR	192.508.614.725	IDR	202.134.045.461
Pengeluaran	Biaya Bibit Ikan	IDR	31.907.039.063	IDR	33.502.391.016	IDR	35.177.510.566	IDR	36.936.386.095	IDR	38.783.205.399
	Biaya Pakan Ikan	IDR	108.228.676.500	IDR	113.640.110.325	IDR	119.322.115.841	IDR	125.288.221.633	IDR	131.552.632.715
	Biaya Perawatan Kapal	IDR	2.968.691.885	IDR	3.117.126.480	IDR	3.272.982.804	IDR	3.436.631.944	IDR	3.608.463.541
	Biaya Manajemen	IDR	794.310.000	IDR	794.310.000	IDR	794.310.000	IDR	794.310.000	IDR	873.741.000
	Biaya Operasional	IDR	3.491.899.075	IDR	3.666.494.029	IDR	3.849.818.730	IDR	4.042.309.667	IDR	4.244.425.150
	Biaya Asuransi	IDR	6.290.662.622	IDR	6.605.195.753	IDR	6.935.455.541	IDR	7.282.228.318	IDR	7.646.339.734
	Biaya Risiko	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-
	PPN 10%	IDR	16.629.617.944	IDR	17.461.098.841	IDR	18.334.153.783	IDR	19.250.861.472	IDR	20.213.404.546
Total	IDR	170.310.897.089	IDR	178.786.726.444	IDR	187.686.347.266	IDR	197.030.949.129	IDR	206.922.212.086	
Investasi	Tongkang	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-
	Kandang	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-
	Sistem Permesinan	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-
	Total	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-
kegiatan Finansial	<b>Income</b>										
	Dana Pinjaman (Bank)	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-
	Dana Investor	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-
	Total	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-
	<b>Expenditure</b>										
Angsuran Dana Pinjaman	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	IDR	-	
Surplus/Defisit	IDR	(4.014.717.649)	IDR	(4.175.738.031)	IDR	(4.344.809.433)	IDR	(4.522.334.405)	IDR	(4.788.166.625)	
Kas pada Awal Tahun	IDR	43.810.565.822	IDR	39.795.848.173	IDR	35.620.110.141	IDR	31.275.300.708	IDR	26.752.966.303	
Kas pada Akhir Tahun	IDR	39.795.848.173	IDR	35.620.110.141	IDR	31.275.300.708	IDR	26.752.966.303	IDR	21.964.799.679	

Tabel 5. 9. Arus Kas 2031 – 2035

Description		2031	2032	2033	2034	2035
Operasional	Ikan Segar Q1/Q2	IDR 78.020.053.218	IDR 81.921.055.879	IDR 86.017.108.673	IDR 90.317.964.106	IDR 94.833.862.312
	Ikan Segar Q3/Q4	IDR 134.220.694.516	IDR 140.931.729.242	IDR 147.978.315.704	IDR 155.377.231.489	IDR 163.146.093.064
	Total	IDR 212.240.747.734	IDR 222.852.785.121	IDR 233.995.424.377	IDR 245.695.195.595	IDR 257.979.955.375
Pengeluaran	Biaya Bibit Ikan	IDR 40.722.365.669	IDR 42.758.483.953	IDR 44.896.408.151	IDR 47.141.228.558	IDR 49.498.289.986
	Biaya Pakan Ikan	IDR 138.130.264.351	IDR 145.036.777.568	IDR 152.288.616.447	IDR 159.903.047.269	IDR 167.898.199.632
	Biaya Perawatan Kapal	IDR 3.788.886.718	IDR 3.978.331.054	IDR 4.177.247.607	IDR 4.386.109.987	IDR 4.605.415.486
	Biaya Manajemen	IDR 873.741.000	IDR 873.741.000	IDR 873.741.000	IDR 873.741.000	IDR 961.115.100
	Biaya Operasional	IDR 4.456.646.408	IDR 4.679.478.728	IDR 4.913.452.664	IDR 5.159.125.298	IDR 5.417.081.563
	Biaya Asuransi	IDR 8.028.656.721	IDR 8.430.089.557	IDR 8.851.594.035	IDR 9.294.173.736	IDR 9.758.882.423
	Biaya Risiko	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -
	PPN 10%	IDR 21.224.074.773	IDR 22.285.278.512	IDR 23.399.542.438	IDR 24.569.519.560	IDR 25.797.995.538
Total	IDR 217.224.635.640	IDR 228.042.180.372	IDR 239.400.602.341	IDR 251.326.945.408	IDR 263.936.979.728	
Investasi	Tongkang	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -
	Kandang	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -
	Sistem Permesinan	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -
	Total	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -
kegiatan Finansial	<b>Income</b>					
	Dana Pinjaman (Bank)	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -
	Dana Investor	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -
	Total	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -
	<b>Expenditure</b>					
Angsuran Dana Pinjaman	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -	
Surplus/Defisit	IDR (4.983.887.906)	IDR (5.189.395.251)	IDR (5.405.177.964)	IDR (5.631.749.812)	IDR (5.957.024.353)	
Kas pada Awal Tahun	IDR 21.964.799.679	IDR 16.980.911.772	IDR 11.791.516.521	IDR 6.386.338.557	IDR 754.588.745	
Kas pada Akhir Tahun	IDR 16.980.911.772	IDR 11.791.516.521	IDR 6.386.338.557	IDR 754.588.745	IDR (5.202.435.608)	

Tabel 5. 10. Arus Kas 2034 – 2040

Description		2036	2037	2038	2039	2040
Operasional	Ikan Segar Q1/Q2	IDR 99.575.555.427	IDR 104.554.333.199	IDR 109.782.049.858	IDR 115.271.152.351	IDR 121.034.709.969
	Ikan Segar Q3/Q4	IDR 171.303.397.717	IDR 179.868.567.603	IDR 188.861.995.983	IDR 198.305.095.782	IDR 208.220.350.571
	Total	IDR 270.878.953.144	IDR 284.422.900.801	IDR 298.644.045.841	IDR 313.576.248.133	IDR 329.255.060.540
Pengeluaran	Biaya Bibit Ikan	IDR 51.973.204.485	IDR 54.571.864.710	IDR 57.300.457.945	IDR 60.165.480.842	IDR 63.173.754.884
	Biaya Pakan Ikan	IDR 176.293.109.614	IDR 185.107.765.095	IDR 194.363.153.350	IDR 204.081.311.017	IDR 214.285.376.568
	Biaya Perawatan Kapal	IDR 4.835.686.261	IDR 5.077.470.574	IDR 5.331.344.102	IDR 5.597.911.307	IDR 5.877.806.873
	Biaya Manajemen	IDR 961.115.100	IDR 961.115.100	IDR 961.115.100	IDR 961.115.100	IDR 1.057.226.610
	Biaya Operasional	IDR 5.687.935.641	IDR 5.972.332.423	IDR 6.270.949.044	IDR 6.584.496.496	IDR 6.913.721.321
	Biaya Asuransi	IDR 10.246.826.544	IDR 10.759.167.872	IDR 11.297.126.265	IDR 11.861.982.578	IDR 12.455.081.707
	Biaya Risiko	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -
	PPN 10%	IDR 27.087.895.314	IDR 28.442.290.080	IDR 29.864.404.584	IDR 31.357.624.813	IDR 32.925.506.054
Total	IDR 277.085.772.959	IDR 290.892.005.852	IDR 305.388.550.390	IDR 320.609.922.155	IDR 336.688.474.017	
Investasi	Tongkang	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -
	Kandang	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -
	Sistem Permesinan	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -
	Total	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -
kegiatan Finansial	<b>Income</b>					
	Dana Pinjaman (Bank)	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -
	Dana Investor	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -
	Total	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -
	<b>Expenditure</b>					
Angsuran Dana Pinjaman	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -	IDR -	
Surplus/Defisit	IDR (6.206.819.815)	IDR (6.469.105.051)	IDR (6.744.504.549)	IDR (7.033.674.021)	IDR (7.433.413.477)	
Kas pada Awal Tahun	IDR (5.202.435.608)	IDR (11.409.255.423)	IDR (17.878.360.475)	IDR (24.622.865.023)	IDR (31.656.539.045)	
Kas pada Akhir Tahun	IDR (11.409.255.423)	IDR (17.878.360.475)	IDR (24.622.865.023)	IDR (31.656.539.045)	IDR (39.089.952.522)	

Tabel 5.7-10 merupakan rincian arus kas sejak 2020 hingga 2040. Pembuatan kapal dan aset lainnya dilakukan pertengahan 2020 dan selesai pada tahun 2021 akhir sehingga pada tahun 2021 pembiakan ikan hendak memulai pembiakan satu siklus. Setelah itu kegiatan usaha berjalan lancar dengan kegiatan operasional 2 siklus selama setahun. Selain itu usaha berjalan dengan lancar dengan kegiatan perawatan dan pembayaran asuransi maupun angsuran bank.

### 5.3.2. *Net Present Value* (NPV)

NPV adalah konsep suatu nilai terhadap aliran kas sekarang dimana dipengaruhi oleh diskonto selama umur investasi. Nilai yang didapat berupa nilai bersih dari selisih antara aliran kas masuk dan keluar. Selain itu faktor pengaruh waktu juga diperhitungkan sehingga hasil NPV yang diperoleh dapat membantu untuk pengambilan keputusan untuk menginvestasi pada suatu usaha. Perhitungan untuk menentukan nilai NPV sebagai berikut:

$$NPV = -kt + \frac{b1-c1}{(1+i)^1} + \frac{b2-c2}{(1+i)^2} + \dots + \frac{bn-cn}{(1+i)^n}$$

Dimana :

- NPV : Nilai Sekarang Bersih
- kt : Dana kapital untuk investasi
- b1,b2...bn : Penerimaan pada tahun ke-1 sampai n
- c1,c2...cn : Pengeluaran pada tahun ke-1 sampai n
- i : Nilai diskonto

Nilai NPV didapat dari CapEx, bernilai negatif karena berupa pengeluaran, ditambah akumulasi pendapatan per diskonto. Pendapatan usaha didapat dari pemasukan dari penjualan dikurangi beban / *Liability* kemudian dibagi diskonto yang bertambah dengan seiring waktu. Jika hasil NPV > 0 , investasi dikatakan layak dan berlaku sebaliknya. Pada usaha budidaya ikan ini, nilai Kt yang didapatkan adalah sebesar IDR 180.908.604.921,- dimana adalah besar dana yang didapat baik dari investor maupun dana pinjaman. Kemudian berdasarkan arus kas pada tabel 10-13, nilai NPV yang didapatkan sebagai berikut:





Gambar 5. 8. Bagan biaya pengeluaran bahan bakar per tahun

Nilai NPV dapat berubah menyesuaikan besar nilai diskonto. Suatu usaha dikatakan layak jika menghasilkan NPV bernilai positif. Akan tetapi, NPV bernilai negatif menunjukkan suatu usaha tidak layak secara finansial untuk dijalankan.

### 5.3.3. *Internal Rate of Return (IRR)*

IRR adalah konsep dimana waktu yang dibutuhkan guna mendapatkan kembali dana hasil investasi. Ketika memulai usaha, nilai NPV selalu negatif hingga kurun waktu tertentu hingga menjadi nilai positif. Pada titik balik nilai NPV dari negatif menjadi positif, IRR akan tercapai. Untuk menghitung nilai IRR, formula interpolasi yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$IRR = i_1 + \frac{NPV_1}{(NPV_1 - NPV_2)} (i_2 - i_1)$$

Dimana :

IRR : Arus pengembalian internal

i : Tingkat diskonto

Nilai IRR didapatkan dari akumulasi pendapatan per nilai diskonto dikurangi nilai pengeluaran per diskonto dari awal usaha berjalan hingga umur usaha ketika nilai NPV yang semula dari negatif menjadi positif. Nilai yang didapatkan menunjukkan

keuntungan dari suatu usaha dimana jika  $IRR > 1$  maka usaha dapat dilakukan. Pada usaha budidaya ikan ini, nilai IRR tidak dapat dicari dikarenakan nilai NPV selalu negatif sehingga didapatkan bahwa dengan jumlah pendapatan yang telah ditentukan pada tabel 5.5, usaha budidaya dikatakan tidak mempunyai nilai IRR.

#### 5.3.4. *Payback Period (PP)*

PP merupakan waktu yang dibutuhkan suatu usaha untuk mengumpulkan kembali pengeluaran awal investasi melalui akumulasi kas dari laba bersih usaha. Prinsip utama PP adalah waktu yang dibutuhkan untuk mendapatkan kembali dana yang dikeluarkan guna investasi awal usaha berupa nilai akumulasi kas yang didapat. Perhitungan kas dimulai dari kondisi awal digunakannya dana tersebut hingga kas perusahaan balik memenuhi jumlah dana pada investasi awal. Untuk perhitungan nilai PP, rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$PP_{(Optimis)} = n + \frac{Investasi\ Awal - Kas(n)}{kas(n+1) - kas(n)}$$

Dimana :

n : tahun sebelum pelunasan

Dikarenakan IRR tidak tercapai, maka usaha budidaya tidak dapat mencapai waktu yang dibutuhkan untuk Payback Period. Hal ini disebabkan karena nilai NPV tidak dapat memenuhi nilai IRR sehingga PP tidak dapat ditemukan.

#### 5.3.5. *Cost Benefit Ratio (CBR)*

CBR merupakan ratio penentu perihal kelayakan pengeluaran biaya dibandingkan potensi keuntungan yang didapatkan baik secara finansial maupun yang lain. Prinsip CBR adalah setiap uang yang dikeluarkan untuk suatu biaya, haruslah memberikan keuntungan lebih dari dana yang dikeluarkan. Untuk menghitung besar rasio tersebut, rumus yang digunakan sebagai berikut:

$$BCR = \frac{\sum_{n=1}^n \frac{Benefit}{(1+i)^n}}{\sum_{n=1}^n \frac{Cost}{(1+i)^n}}$$

Dimana :

n : Tahun

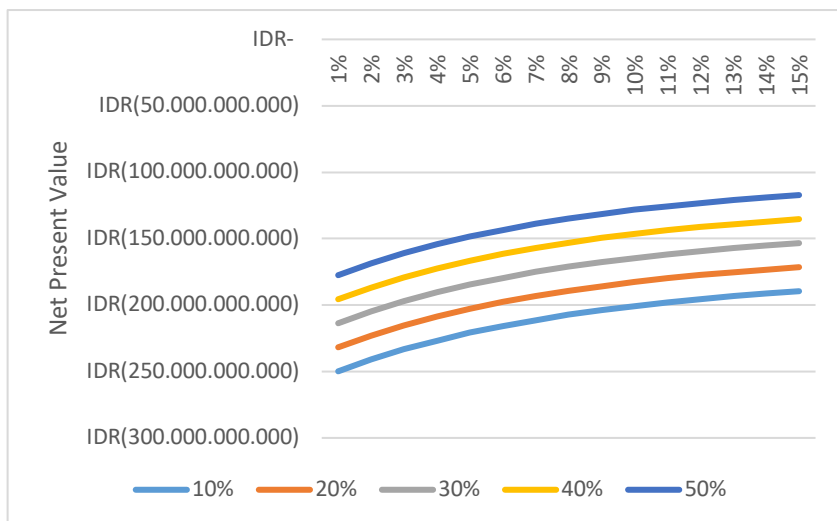
Dikarenakan NPV bernilai negatif hingga 20 tahun dengan IRR tidak tercapai dalam 20 tahun, maka dapat dikatakan bahwa usaha ini tidak layak untuk dijalankan dimana nilai BCR <1.

### 5.3.1. Weighted Average Cost of Capital (WACC)

Pembagian Profit kepada pemegang saham tergantung pada persetujuan antara perusahaan dengan pemegang saham. Pembagian merancu pada kesepakatan pembagian laba dimana dibagi menjadi pendapatan ke seluruh pemegang saham serta dana sisa untuk diinvestasi ulang ke perusahaan berupa kas. Akan tetapi, usaha ini tidak memiliki keuntungan, dilihat dari arus kas pada tabel 5.8 hingga 5.11, sehingga tidak dapat memberikan WACC.

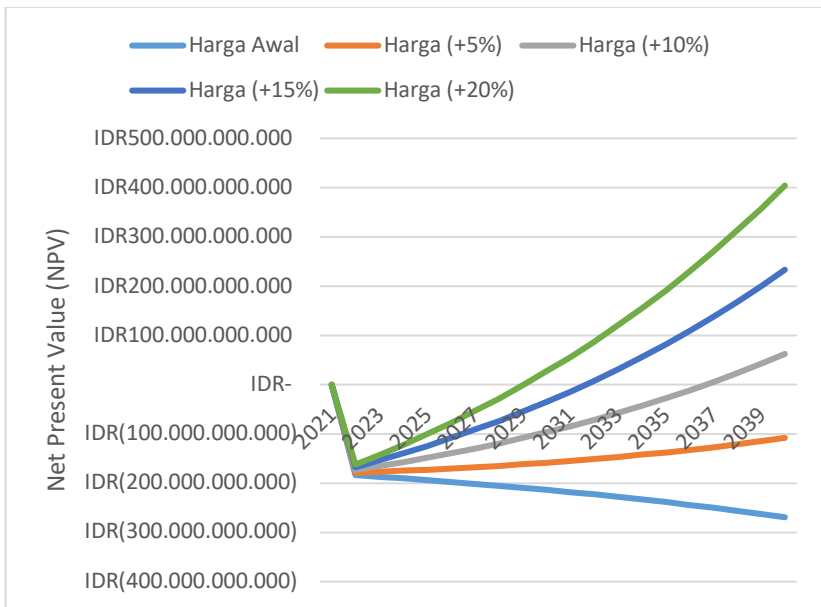
### 5.3.2. Analisa Sensitivitas

Analisa Sensitivitas dilakukan untuk mendapatkan perubahan hasil dimana faktor utama adalah kenaikan dalam pemasukan maupun pengurangan biaya CapEx maupun OpEx. Dampak dari perubahan ini menyebabkan nilai NPV yang berubah sehingga nilai IRR beserta PP dapat diperoleh. Dalam kasus ini, Analisa dilakukan untuk menghasilkan nilai NPV dimana biaya CapEx diturunkan serta harga jual ikan dinaikkan.



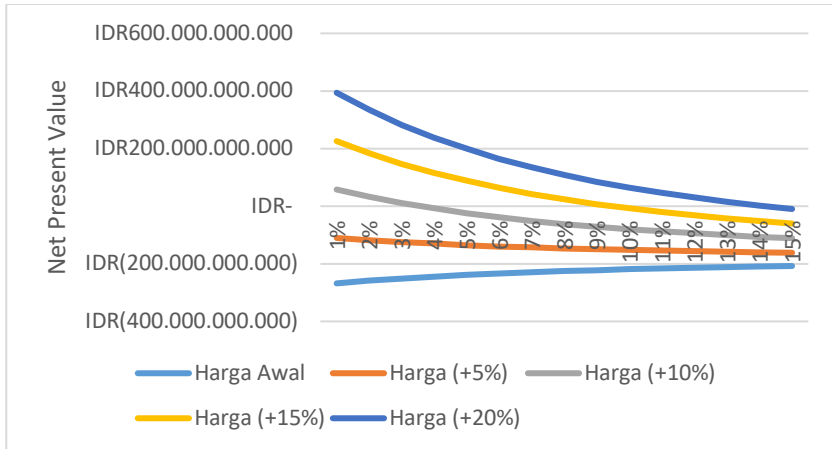
Gambar 5. 9. Penurunan Biaya CapEx Terhadap NPV

Penurunan biaya CapEx tidak menunjukkan potensi keuntungan dari budidaya ikan. Gambar 5.9 menunjukkan pengurangan biaya CapEx hingga 50% pun tidak menunjukkan potensi keuntungan. Hal ini disebabkan karena nilai NPV masih negatif walaupun terjadi pengurangan biaya CapEx dari 10% hingga 50%. Selain itu, biaya pengeluaran dari OpEx melebihi pemasukan dari penjualan ikan. Oleh karena itu, perubahan OpEx tidak memberi dampak terhadap potensi keuntungan dari budidaya ikan.



Gambar 5. 10. Bagan Kenaikan Harga Jual Ikan Terhadap NPV

Dengan melakukan peningkatan harga, nilai NPV yang diperoleh dapat berubah. Nilai NPV = 0 diperoleh jika harga jual ikan mengalami kenaikan diatas 10%. Kenaikan harga 5% dapat mencapai titik NPV = 0 akan tetapi waktu yang dibutuhkan melebihi 20 tahun sehingga dikatakan tidak layak. Kenaikan harga 10% memberi potensi NPV = 0 ketika tahun 2037. Akan tetapi ketika harga jual ikan mengalami kenaikan hingga 20% dari harga semula, NPV = 0 akan tercapat pada tahun 2028. Oleh karena itu, jika harga ikan dijual diatas harga di pelabuhan perikanan, usaha budidaya dapat memberi keuntungan.



Gambar 5. 11. Bagan Kenaikan Harga Jual Ikan Terhadap IRR

Ketika nilai NPV berubah, usaha budidaya dapat memiliki nilai IRR beserta PP dalam kegiatan usaha. Ketika mengalami kenaikan harga diatas 10% maka dapat diketahui nilai IRR beserta waktu Payback Period. Berdasarkan gambar 5.11, kenaikan harga minimum supaya NPV = 0 adalah sebesar +10% dimana IRR berkisar 3-4%. Kemudian jika harga jual dinaikan sebesar 15%, IRR berkisar 10-11%. IRR ketika harga jual +20% sekitar 14-15%. Semakin besar nilai IRR yang didapatkan, maka semakin cepat PP. Dalam kasus ini, harga +20% akan membutuhkan PP sekitar 7 tahun dengan nilai IRR = 14-15%.

Dari Analisa sensitivitas harga ikan, gambar 5.10 dan 11 menunjukkan bahwa jika harga jual mengalami kenaikan diatas 10%, usaha budidaya menunjukkan potensi keuntungan. Hal ini dikarenakan selisih antara pendapatan usaha dengan pengeluaran berupa OpEx. Jika pendapatan dari penjualan ikan dinaikkan, usaha budidaya akan memiliki pemasukan kas positif. Pemasukan kas yang besar mempengaruhi NPV usaha sehingga dapat dijalankan. Dengan kata lain, pendapatan dari penjualan ikan haruslah diatas IDR 150.493.506.211,- per tahun atau harga penjualan rata-rata IDR 83.608,-. Oleh karena itu, kenaikan harga haruslah diatas 10% supaya kondisi usaha layak.

### 5.3.3. Komparasi dengan Usaha lain

Setiap usaha yang dilakukan memiliki keunikan dan karakteristik masing-masing. Usaha yang berfokus pada pembangunan infrastruktur seperti jalan tol mempunyai kebutuhan dana dan karakteristik yang berbeda dari strategi penjualan usaha perumahan. Untuk mengetahui layaknya dari berbagai usaha ini, nilai yang dapat dilihat adalah melalui IRR. Usaha jenis apapun memiliki IRR masing-masing dimana nilai NPV dapat berbeda signifikan. NPV dari suatu proyek bandara tentu memiliki NPV dan kebutuhan modal yang berbeda dari lapangan golf atau usaha lainnya. Akan tetapi yang menentukan kelayakan suatu usaha adalah melalui nilai IRR.

Tabel 5. 11. Perbandingan dengan Usaha lainnya

No	Jenis Usaha	IRR	Sumber
1	Usaha Perumahan I	14%	(Martono, 2013)
2	Usaha Perumahan II	23%	(Prastiwi & Utomo, 2013)
3	Usaha Jalan Tol I	23%	(Yudhanto, 2015)
4	Usaha Bandara I	28,74-29,13%	(Rizani, 2012)
5	Usaha Bandara II	19,83-29,8%	(Rajaratnam, Hardjasaputra, & Girianna, 2006)
6	Usaha Lapangan Golf	16%	(Anastasia, Yakobus, & Susilawati, 2001)
7	Usaha Pelabuhan	28%	(Redana & Adnyana, 2006)

Tabel 5.12 menunjukkan contoh dari usaha pada berbagai Industri beserta IRR yang tercapai. Dari sampel yang didapat, berbagai jenis usaha memiliki rentang IRR dari 14% hingga 29,13%. Usaha perumahan memiliki IRR antara 14-23% sedangkan usaha jalan ton memiliki IRR sekitar 18,5-23%. Adapun usaha infrastruktur lainnya seperti usaha bandara dimana IRR hingga 29% serta usaha lapangan golf maupun usaha pelabuhan dengan IRR sebesar 16% dan 28%. Nilai IRR yang didapat merupakan hasil harga jual berupa fasilitas / unit lainnya yang memberikan sumber kas lebih banyak dari biaya investasi. Jika pemasukan kas besar dan biaya investasi diperkecil, nilai NPV suatu usaha dapat meningkat drastis dan menyebabkan peningkatan nilai IRR. Oleh karena itu suatu usaha dianjurkan mempunyai investasi yang memberikan dampak pada pemasukan usaha dan dapat dilihat melalui IRR juga.

Usaha budidaya ikan tidak mencapai  $NPV = 0$  dalam jangka waktu 20 tahun. Jika dibandingkan dengan usaha lain, usaha budidaya tidak memungkinkan untuk dijalankan. Ini menunjukkan bahwa usaha budidaya mempunyai ekspektasi untuk tidak memberikan kelayakan secara ekonomi. Selain itu, usaha budidaya ikan dalam skala besar ini memiliki kebutuhan kas awal untuk mendanai kebutuhan pakan untuk 2 siklus ketika pemasukan dari siklus 1 belum masuk. Hal ini menyebabkan biaya modal untuk kegiatan operasional awal membesar hingga membutuhkan banyak dana. Oleh karena itu, usaha budidaya dikatakan tidak layak untuk dijalankan secara finansial.

Supaya usaha budidaya memiliki kondisi finansial yang dikatakan layak, maka harga jual ikan haruslah sebesar 20% di atas harga semula. Hal ini dapat dicapai jika dilakukan penjualan langsung kepada end-consumer dimana tidak perlu melalui perantara ataupun perusahaan distributor ikan pada pelabuhan perikanan. Akan tetapi dengan kenaikan harga hingga 20% pun masih menunjukkan nilai IRR dibawah industri lainnya. Dengan kata lain usaha budidaya ikan tidak mempunyai potensi keuntungan sebesar industri lainnya seperti pelabuhan dan bandara.

“Lembar ini sengaja dikosongkan”



## **BAB VI**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1. Kesimpulan**

Dengan melakukan analisis dan desain sistem beserta skema operasional dari segi teknis maupun finansial usaha budidaya ikan skala besar, riset ini dapat disimpulkan bahwa:

- Faktor geografis teluk Prigi, Trenggalek menyebabkan biaya CapEx akuakultur sebesar IDR 55.057.242.373,-
- Harga jual ikan sebesar IDR 136.812.278.374 tidak sebanding dengan pengeluaran OpEx beserta pengeluaran lainnya.
- Harga jual ikan yang rendah menyebabkan kerugian finansial bagi usaha budidaya ini.
- Usaha budidaya ikan dapat memiliki nilai NPV = 0 jika harga jual ikan mengalami kenaikan hingga 10% dari harga awal semula.
- Usaha budidaya ikan dapat memberikan potensi keuntungan yang setara dengan usaha infrastruktur lain jika harga penjualan mengalami kenaikan diatas 20%.

#### **6.2. Saran & Rekomendasi**

Berdasarkan riset yang telah dilakukan beserta tren akuakultur sekarang, Ada beberapa hal perlu diperbaiki serta inovasi terbaru supaya usaha budidaya ikan skala besar di laut lebih menguntungkan. Berikut adalah rekomendasi perihal usaha akuakultur secara luas maupun pihak yang sedang melakukan praktik sekarang: Desain Tongkang yang berintegrasi dengan sistem, baik pemberi pakan, kontrol, maupun dengan kandangnya.

1. Harga Pakan yang besar membebani biaya awal untuk menjalankan usaha, menyebabkan butuh dana awal hanya untuk memastikan dapat membudidayakan ikan pada 1 tahun kedepannya.
2. Produk pakan ikan yang memberi laju pertumbuhan tinggi dengan harga ekonomis.
3. Inovasi penyimpanan jangka panjang pakan ikan dalam kapal
4. Skenario keuangan yang lebih baik serta lebih menguntungkan
5. Harga produk yang lebih murah dari sang penulis kalkulasi.

### 6.3. Riset Kedepannya

Ada beberapa poin yang dalam riset ini kurang membahas dengan detail maupun tidak dibahas sama sekali. Alhasil riset tambahan perlu dilakukan supaya hasil menjadi akurat dan dapat diterapkan sesegera mungkin. Riset-riset yang perlu dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Diperlukan Riset perihal integrasi antara tongkang pemberi pakan serta sistem pemberi pakan yang menunjang kegiatan operasional budidaya ikan.
2. Analisa kekuatan *mooring* beserta struktur penahan tongkang beserta kandang ikan
3. Analisis detail perihal Teknik pemberian pakan dan kontrol yang efektif dari tongkang hingga ke kandang ikan baik berbentuk KJA ataupun silindris.
4. Riset terbaru perihal kandang ikan yang lebih inovatif serta dapat diterapkan di perairan laut selatan dimana arus laut kuat dan gelombang yang tinggi
5. Inovasi dalam pemberian pakan ikan dalam skala besar serta cara distribusinya yang efektif dari kapal ke kandang
6. Pengurangan biaya pakan Ikan supaya usaha akuakultur skala besar.
7. Teknologi beserta standar penyimpanan Pakan Ikan yang layak dalam tongkang hingga 1 tahun atau lebih.
8. Metode Analisa keuangan lainnya yang penulis belum lakukan.

## DAFTAR REFERENSI

- Anastasia, N., Yakobus, S., & Susilawati, C. (2001). Analisa Investasi dalam Pengambilan Keputusan Investasi pada Pengembangan Lapangan Golf dan Perumahan Citraraya. *Jurnal Manajemen & Kewirausahaan Vol. 3, No. 1*, 14-33.
- Anggraini, D. R., Damai, A. A., & Hasani, Q. (2018). ANALISIS KESESUAIAN PERAIRAN UNTUK BUDIDAYA IKAN KERAPU BEBEK (*Cromileptes altivelis*) DI PERAIRAN PULAU TEGAL TELUK LAMPUNG. *e-Jurnal Rekrayasa dan Teknologi Budidaya Perairan Vol. VI, No.2*, 719-728.
- AQUATEC. (2019, Nopember 16). *AQUATEC Product*. Diambil kembali dari AQUATEC: <http://aquatec.co.id/>
- Badan Pusan Statistik Provinsi Lampung. (2019, Nopember 17). *Harga Produsen Ikan Kakap (Rp/1 Kg) Perbulan Menurut Kabupaten, 2014*. Diambil kembali dari Badan Pusan Statistik Provinsi Lampung:  
<https://lampung.bps.go.id/dynamicstable/2017/04/06/280/harga-produsen-ikan-kakap-rp-1-kg-perbulan-menurut-kabupaten-2014>
- Badan Pusan Statistika Provinsi Nusa Tenggara Timur. (2019, Nopember 17). *Harga Ikan Kerapu/Garopa Per Kg Menurut Bulan di Kota Kupang 2018 (Rupiah)*. Diambil kembali dari Badan Pusan Statistika Provinsi Nusa Tenggara Timur:  
<https://ntt.bps.go.id/dynamicstable/2019/05/23/1067/harga-ikan-kerapu-garopa-per-kg-menurut-bulan-di-kota-kupang-2018-rupiah->
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Situbondo. (2019, Nopember 17). *Rata-rata Harga per Kilogram Ikan Segar (Rp) 2016* . Diambil kembali dari Badan Pusat Statistik Kabupaten Situbondo:  
<https://situbondokab.bps.go.id/statictable/2017/06/06/517/rata-rata-harga-per-kilogram-ikan-segar-rp-2016>
- Badan Pusat Statistik. (2019, Januari 10). *Jumlah Perusahaan Budidaya Perikanan Menurut Jenis Budidaya, 2000-2017* . Diambil kembali dari Badan Pusat Statistik:  
<https://www.bps.go.id/statictable/2009/10/05/1702/jumlah-perusahaan-budidaya-perikanan-menurut-jenis-budidaya-2000-2017.html>
- Badan Pusat Statistika Provinsi Lampung. (2019, Nopember 17). *Harga Produsen Ikan Kerapu (Rp/1 Kg) Perbulan Menurut Kabupaten, 2014*. Diambil kembali dari Badan Pusat Statistika Provinsi

- Lampung:  
<https://lampung.bps.go.id/dynamictable/2017/04/06/282/harga-produsen-ikan-kerapu-rp-1-kg-perbulan-menurut-kabupaten-2014>
- Beck, S. (2019, November 16). *GAATEM Consulting & Beck-Systems, Cage Management*. Diambil kembali dari GAATEM: <https://www.gaatem.com/>
- Biro Klasifikasi Indonesia. (2019, January). (*Vol III*), *2019 Rules for Machinery Installations, 2019.pdf*. Diambil kembali dari Biro Klasifikasi Indonesia: [https://www.bki.co.id/layout/bkinew/info.php?folder=https://server.ules.bki.co.id:81/data/\(%20Vol%20III%20\),2019%20Rules%20for%20Machinery%20Installations,2019.pdf](https://www.bki.co.id/layout/bkinew/info.php?folder=https://server.ules.bki.co.id:81/data/(%20Vol%20III%20),2019%20Rules%20for%20Machinery%20Installations,2019.pdf)
- Blair, A., & Grant, P. T. (2019). *United States Paten No. US4380213A*.
- Chan, C. Y., Tran, N., Dao, D. C., Sulser, T. B., Phillips, M. J., Batka, M., . . . Preston, N. (2017). *Fish to 2050 in the ASEAN Region*. Penang, Malaysia and Washington DC, USA: WorldFish and International Food Policy Research Institute (IFPRI). Diambil kembali dari [http://pubs.iclarm.net/resource\\_centre/2017-01.pdf](http://pubs.iclarm.net/resource_centre/2017-01.pdf)
- De Silva, S., & Anderson, T. A. (1995). *Fish Nutrition in Aquaculture*. London: Chapman & Hall.
- ET Power Machinery Co.,Ltd. (2019, January). *Cummins KTA19-M3-600*. Diambil kembali dari ET Power Machinery Co.,Ltd: <https://www.cumminsengine.net/cummins-cta19-m3-600.html>
- FAHAD, M. H. (2016). PENENTUAN HARGA POKOK PELAYANAN TUGBOAT SERVICE PADA PT X DENGAN MENGGUNAKAN METODE TIME-DRIVEN ACTIVITY-BASED COSTING.
- FAO. (2013, December). *Fish to 2030 Prospects for Fisheries and Aquaculture*. Street NW, Washington, DC 20433, USA: The World Bank.
- Ghani, A., Hartoko, A., & Wisnu, R. (2015). ANALISA KESESUAIAN LAHAN PERAIRAN PULAU PARI KEPULAUAN SERIBU SEBAGAI LAHAN BUDIDAYA IKAN KERAPU (*Epinephelus* sp.) PADA KERAMBA JARING APUNG DENGAN MENGGUNAKAN APLIKASI SIG. *Journal of Aquaculture Management and Technology Vol. 4, No. 1*, 54-61.
- Gurning, S. (2011, Oktober 04). *Struktur Pembiayaan Kapal Baru*. Diambil kembali dari Scribd: <https://www.scribd.com/doc/67410448/Struktur-Pembiayaan-Kapal-Baru>

- Hendrianto, Siregar, M., Muhlis, S., & Darmono, A. (2018). Pertumbuhan Kompensatori Dan Efisiensi Pakan Pada Budidaya Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*, Bloch) Melalui Pemuasaan Di Keramba Jaring Apung. *SIMBIOSA*, 81-94.
- Hildawan, O., Basuki, M., & Soejitno. (2018). DESAIN RANCANG BANGUN FEED BARGE SEBAGAI MEDIA PEMBANTU BUDIDAYA PERIKANAN LEPAS PANTAI. *Pendekatan Multidisiplin Menuju Teknologi dan Industri yang Berkelanjutan* (hal. 79-86). Surabaya: Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VI.
- Huang, C. C., Tang, H. J., & Liu, J. Y. (2006). Dynamical analysis of net cage structures for marine aquaculture: Numerical simulation and model testing. *Aquacultural Engineering* 35, 258-270.
- Ismi, S., Setiadi, E., Wardoyo, & Tridjo. (2017). PENGARUH PENGGUNAAN SKIMMER TERHADAP ABNORMALITAS PADA PEMELIHARAAN LARVA IKAN KERAPU BEBEK, *Cromileptes altivelis*. *Jurnal Riset Akuakultur Vol. 2, No. 1*, 1-8.
- JAPFA. (2019, Desember 8). *Products & Services for Aquaculture Feed*. Diambil kembali dari PT Japfa Comfeed Indonesia: <https://www.japfacomfeed.co.id/en/aquaculture/aqua-feed/fish-grower>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia. (2019, Nopember 17). *Peraturan*. Diambil kembali dari Jaringan Dokumentasi dan Informasi Hukum Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia: <http://jdih.kkp.go.id/peraturan/per-08-men-2012.pdf>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan. (2018, December 17). *Bahan RO KPP 2018*. Diambil kembali dari Kementerian Kelautan dan Perikanan: [https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/kkp/DATA%20KKP/Bahan%20RO%20KKP%202018%20\(final\).pdf](https://kkp.go.id/an-component/media/upload-gambar-pendukung/kkp/DATA%20KKP/Bahan%20RO%20KKP%202018%20(final).pdf)
- Kusnadi, A. (2019). *KJA di Pantai Pangandaran Rusak, Puluhan Ribu Bibit Ikan Barramudi Lepas*. Pikiran Rakyat.
- Langkosono. (2006). Pertumbuhan Ikan Kerapu (*Serranidae*) pada Keramba Jaring Apung di Periaran Pesisir Teluk Kodek Desa Malaka Lombok Barat. *Jurnal Biologi Indonesia* 4(1), 53-61.
- Leal, M., & Gordo, J. M. (2017). HULL'S MANUFACTURING COST STRUCTURE. *Brodogradnja : Teorija i praksa brodogradnje i pomorske tehnike Volume 68 Number 3*, 1-24.

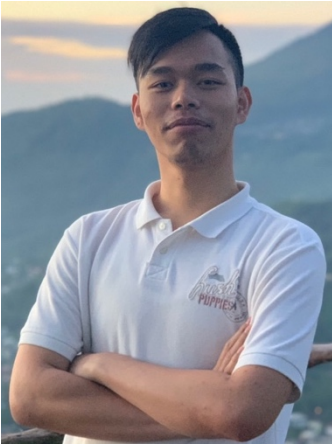
- Mahaputra, B. G., Armono, H. D., & Zikra, M. (2019, Nov 17). *PENENTUAN LOKASI BUDIDAYA KERAMBA JARING APUNG DI PERAIRAN TELUK PRIGI KABUPATEN TRENGGALEK DENGAN PENDEKATAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS*. Diambil kembali dari Respository ITS: <http://repository.its.ac.id/44667/85/4313100089-Undergraduate-Theses.pdf>
- Martono, A. I. (2013). ANALISA INVESTASI DAN STUDI KELAYAKAN PROYEK PEMBANGUNAN PERUMAHAN GRIYA ASRI DI KARANGANYAR.
- Melianawati, R., & Suwiry, K. (2006). Pengaruh Perbedaan Frekuensi Pemberian Pakan Terhadap Pertambahan Bobot Yuwana Kakap Merah, *Lutjanus argentimaculatus*. *Jurnal Riset Akuakultur Vol. 1, No. 2*, 151-159.
- Mustafa, S., Hajini, M. H., Senoo, S., & Kian, A. Y. (2015). Conditioning of broodstock of tiger grouper, *Epinephelus fuscoguttatus*, in a recirculating aquaculture system. *Aquaculture Reports 2*, 117-119.
- Nisa, K., Marsi, & Fitriani, M. (2013). PENGARUH PH PADA MEDIA AIR RAWA TERHADAP KELANGSUNGAN HIDUP DAN PERTUMBUHAN BENIH IKAN GABUS (*Channa striata*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia, 1(1)*, 57-63.
- Parsons, M. G. (2003). *Ship Design and Construction Vol.I*. Lamb (Ed.). Diambil kembali dari Scribd: <https://www.scribd.com/document/62283839/Parametric-Design>
- Permatasari, D. A., Basuki2, M., & Kusuma, I. (2017). ANALISA PENENTUAN STANDART WAKTU DAN BIAYA PEKERJAAN REPARASI KAPAL MENGGUNAKAN METODE ACTIVITY BASED COSTING. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan V*, D63-D70.
- PETA POTENSI PERIKANAN BUDIDAYA INDONESIA*. (2016, Juni 17). Diambil kembali dari Direktorat Jendral Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan: [https://www.djpb.kkp.go.id/index.php/mobile/arsip/c/423/PETA-POTENSI-PERIKANAN-BUDIDAYA-INDONESIA/?category\\_id=8](https://www.djpb.kkp.go.id/index.php/mobile/arsip/c/423/PETA-POTENSI-PERIKANAN-BUDIDAYA-INDONESIA/?category_id=8)
- Prastiwi, A., & Utomo, C. (2013). Analisa Investasi Perumahan Green Semanggi Mangrove Surabaya. *JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 2, No. 2*, D191-D196.

- PT Chubb General Insurance Indonesia. (2019, Januari). *Ringkasan Produk Asuransi Marine Hull*. Diambil kembali dari CHUBB: <https://www.chubb.com/id-id/business/asuransi-marine-hull.aspx>
- PT. SAMUDERA MAKMUR ALAM. (2019, Desember 8). *PRODUKSI: BIBIT IKAN KERAPU, KAKAP, BAWAL, KUWE*. Diambil kembali dari <https://bibit-ikanlaut.com/bibit-ikan-kerapu/>
- Pusat Informasi Pelabuhan Perikanan. (2019, November 17). *PETA PELABUHAN PIPP*. Diambil kembali dari Pusat Informasi Pelabuhan Perikanan: [http://pipp.djpt.kkp.go.id/profil\\_pelabuhan/kategori\\_pelabuhan](http://pipp.djpt.kkp.go.id/profil_pelabuhan/kategori_pelabuhan)
- Pusat Meteorologi Maritim. (2019, Desember 8). *Kondisi Wilayah Perairan Indonesia*. Diambil kembali dari Pusat Meteorologi Maritim Republik Indonesia: <https://peta-maritim.bmkg.go.id/>
- Rajaratnam, Y., Hardjasaputra, H., & Girianna, M. (2006). Studi Kelayakan Ekonomi Pengembangan Bandara Udara Internasional Minangkabau (BIM). *Jurnal Teknik Sipil, Vol.3 , No.2* , 81-91.
- Rayes, R. D., Sutresna, I. W., Diniarti, N., & Supii, A. I. (2013). PENGARUH PERUBAHAN SALINITAS TERHADAP PERTUMBUHAN DAN SINTASAN IKAN KAKAP PUTIH (*Lates calcarifer* Bloch). *Jurnal KELAUTAN Vol. 6, No. 1*, 47-56.
- Redana, I. W., & Adnyana, I. B. (2006). STUDI KELAYAKAN PENGEMBANGAN PELABUHAN CELUKAN BAWANG. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 10, No. 1*, 54-65.
- Rizani, M. D. (2012). STUDI KELAYAKAN EKONOMI DALAM PENGEMBANGAN BANDAR UDARA ( Studi Kasus di Bandar Udara Internasional Minangkabau (BIM) ). *JURNAL TEKNIK - UNISFAT, Vol. 7 No. 2*, 65-79.
- Santoso, A. D. (2006). STUDI TENTANG LAJU RESPIRASI. *J.Hidrosfir Vol.1 No.1*, 27-31.
- Setiadi, E. (2006). Kanibalisme Pada Yuwana Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) Dalam Kondisi Pemeliharaan Secara Terkontrol. *Jurnal Riset Akuakultur Vol.1 No2.*, 245-254.
- Shaik, S., Coble, K. H., Hudson, D., Miller, J. C., Hanson, T. R., & Sempier, S. H. (2008). Willingness to Pay for a Potential Insurance Policy: Case Study of Trout Aquaculture. *Agricultural and Resource Economics Review 37/1* , 41-50.
- Taufik, I., Azwar, Z. I., & Sutrisno, S. (2009). PENGARUH PERBEDAAN SUHU AIR PADA PEMELIHARAAN BENIH IKAN BETUTU (*Oxyeleotris marmorata* Blkr) DENGAN

- SISTEM RESIRKULASI. *Jurnal Riset Akuakultur Vol. 4, No. 3*, 319-325.
- TISKIANTORO, F., Prayitno, S. B., & Hartoko, A. (2019, Nov 17). *ANALISIS KESESUAIAN LOKASI BUDIDAYA KARAMBA JARING APUNG DENGAN APLIKASI SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS DI PULAU KARIMUNJAWA DAN PULAU KEMUJAN*. Diambil kembali dari Repository UNDIP: [http://eprints.undip.ac.id/15597/1/Fendiawan\\_Tiskiantoro.pdf](http://eprints.undip.ac.id/15597/1/Fendiawan_Tiskiantoro.pdf)
- Valentino, G., Damai, A. A., & Yulianto, H. (2018). *ANALISIS KESESUAIAN PERAIRAN UNTUK BUDIDAYA IKAN KERAPU MACAN (Epinephelus fuscoguttatu) DI PERAIRAN PULAU TEGAL KECAMATAN TELUK PANDAN KABUPATEN PESAWARAN*. *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan Vol. VI, No. 2*, 705-712.
- Yaqin, M. A., Santoso, L., & Saputra, S. (2018). Pengaruh Pemberian Pakan dengan Kadar Protein Berbeda terhadap Performa Pertumbuhan Ikan Kakap Putih (*Lates calcarifer*) di Keramba Jaring Apung. *Jurnal Sains Teknologi Akuakultur 2 (1)*, 12-19.
- Yudhanto, A. (2015). *ANALISIS KELAYAKAN EKONOMI PEMBANGUNAN JALAN TEMBUS LAWANG - BATU*. *Jurnal Teknik Sipil Untag Surabaya Vol. 8 No. 2*, 235–252.



## BIOGRAFI PENULIS



Ramirez Pasquale Widagdo (kelahiran Surabaya, 29 Mei 1997) adalah anak tunggal dari Bapak Hendircus dan Ibu Maria di bawah naungan keluarga Widagdo. Ramirez menyelesaikan SMA di SMAK Frateran Surabaya (2012-2015) dan aktif di kegiatan siswa OSIS. Dia melanjutkan studi Teknik di Teknik Sistem Perkapalan – Intitut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Pada masa kuliah, Ramirez terlibat pada beragam kegiatan yang berkolaborasi dengan mahasiswa asing serta merepresentasikan ITS di luar negeri. Ramirez berpartisipasi sebagai *volunteer* di ITS International Office (2016-2017, Season 7). Ramirez pernah dipercaya dan terlibat dalam berbagai proyek IO seperti CommTech, ITS Goes Beyond (Studi Ekskursi), dsb. Selain itu, Ramirez berkesempatan merepresentasikan ITS di kalangan internasional melalui program International Winter University Program 2017 di Darmstadt (Germany), International North-Western Polytechnical University (NWPU) Winter Program 2018 di Xi'an (China), dan pertukaran pelajar di Kumamoto University (Japan) pada bulan October 2018 hingga Februari 2019. Beragam pengalaman internasional ini menuntun Ramirez untuk mengikuti Falling Walls 2019 di Jakarta sebagai Finalis Indonesia, membawakan topik perihal kecelakaan di dunia maritim beserta terobosan baru dalam segi teknologi. Selalu giat belajar hal yang baru, berani mengambil risiko dan selalu komitmen dalam setiap performanya.

E-mail : paz\_widagdo@gmail.com  
Phone : (+62) 822 1894 1997  
LinkedIn : ramirezpwidagdo