



TESIS – MN142532

**DESAIN KONSEPTUAL PELABUHAN PERIKANAN TERAPUNG:
STUDI KASUS PERAIRAN LEPAS PANTAI SUMATERA BARAT**

YUSEP SUGIANTO
4116202001

DOSEN PEMBIMBING

Dr. Eng.I.G.N SUMANTA BUANA, S.T., M.Eng.
NIP. 19680804 199402 1 001

PROGRAM MAGISTER
TEKNIK TRANSPORTASI LAUT
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI KELAUTAN
FAKULTAS TEKNOLOGI KELAUTAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOVEMBER
SURABAYA
2018

LEMBAR PENGESAHAN

**DESAIN KONSEPTUAL PELABUHAN PERIKANAN TERAPUNG:
STUDI KASUS PERAIRAN LEPAS PANTAI SUMATERA BARAT**

TESIS

**Disusun Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Magister Teknik (MT)**

Di

**Bidang Transportasi Laut
Program Pascasarjana Teknologi Kelautan
Institut Teknologi Sepuluh Noverber**

Oleh:

YUSEP SUGIANTO

NRP. 4116202001

Tanggal Ujian : 20 Juli 2018

Periode Wisuda : September 2018

Disetujui oleh:

1. Dr. Eng. I.G.N Sumanta Buana, S.T., M.Eng.

NIP. 19680804 199402 1 001

2. Ir. Tri Achmadi, Ph.D

NIP. 19650110 198803 1 001

3. Dr. Ing. Setyo Nugroho

NIP. 19651020 199601 1 001

4. Dr. Ir. Heri Supomo, M.Sc.

NIP. 19640416 198903 1 003

Arif

[Signature]

[Signature]

[Signature]



Plt. Dekan Fakultas Teknologi Kelautan

Prof. Ir. Arif Djunaidy, M.Sc., Ph.D.

NIP. 19581005 198603 1 003

ABSTRAK

DESAIN KONSEPTUAL PELABUHAN PERIKANAN TERAPUNG: STUDI KASUS PERAIRAN LEPAS PANTAI SUMATERA BARAT

Nama Mahasiswa : Yusep Sugianto
NRP : 4116202001
Pembimbing : Dr. Eng. I.G.N Sumanta Buana, S.T., M.Eng.

ABSTRAK

Kecenderungan penurunan jumlah tangkapan ikan per ton setiap tahun mengindikasikan bahwa ada penurunan ukuran ikan hasil tangkapan sehingga harga jual ikan mengalami penurunan. Dengan harga jual ikan yang lebih kecil karena ukuran ikan yang semakin kecil, maka jumlah pendapatan yang diterima oleh kapal ikan akan mengalami penurunan. Kondisi ini dapat disebabkan oleh kapal ikan yang terkonsentrasi hanya di tempat-tempat tertentu untuk menangkap ikan. Untuk meningkatkan nilai tangkapan per ton, kapal ikan harus mencari daerah penangkapan baru yang lebih jauh dari pelabuhan pangkalan. Akan tetapi semakin jauh jarak daerah penangkapan dari pelabuhan pangkalan maka biaya operasi penangkapan ikan menjadi semakin meningkat. Salah satu solusi untuk mengakomodasi kapal-kapal ikan agar mampu beroperasi lebih jauh, adalah dengan cara membuat pelabuhan perikanan yang terapung. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi perikanan di perairan Sumatera barat, pola operasi dan menghitung ukuran minimum pelabuhan perikanan terapung.

Potensi sumberdaya ikan dihitung dengan menggunakan metode surplus produksi. Data yang digunakan adalah data *time series* jumlah tangkapan ikan, jumlah kapal penangkap ikan, dan jumlah upaya penangkapan ikan. Untuk mengetahui kondisi perikanan di perairan Sumatera Barat, hasil perhitungan pada metode surplus produksi dibuat grafik *Maximum Sustainable Yield* (MSY). Penelitian dilanjutkan dengan metode optimasi untuk mendapatkan jumlah tangkapan ikan maksimum masing-masing tipe kapal ikan dan jumlah kapal maksimum tiap tipe kapal ikan. Hasil optimasi jumlah kapal ikan digunakan untuk menghitung jumlah kapal ikan yang akan bersandar di pelabuhan perikanan terapung setiap hari. Dari jumlah kapal yang akan bersandar tersebut dapat diketahui jumlah ikan yang didaratkan tiap hari dan jumlah kebutuhan operasi penangkapan tiap tipe kapal ikan. Data tersebut digunakan untuk menghitung kapasitas tiap fasilitas yang ada di pelabuhan perikanan terapung. Setelah kapasitas dari tiap fasilitas diketahui, dengan mengacu kepada rekomendasi FAO (*Food and Agricultural Organization*) tentang pembangunan pelabuhan perikanan, maka dapat ditentukan ukuran (luas) dari setiap fasilitas tersebut. Jumlah total kapasitas (ton) ukuran (luas) dari fasilitas yang ada di pelabuhan perikanan terapung selanjutnya digunakan untuk menghitung ukuran (panjang x lebar x tinggi) pelabuhan perikanan terapung.

Jumlah ikan pelagis yang boleh ditangkap adalah sebanyak 3.025,78 ton per tahun. Jumlah tangkapan ikan maksimum untuk kapal tipe longline adalah 1.004,7 ton dan kapal tipe purse seine adalah 2.019,96 ton. Pelabuhan perikanan terapung dibangun untuk melayani jumlah optimal kapal ikan sebanyak 31 unit kapal *longline* dan 146 unit kapal *purse seine*. Untuk memindahkan ikan dari pelabuhan ikan terapung ke daratan, digunakan 2 unit kapal pengangkut berukuran 68 GT. Pelabuhan perikanan terapung berbentuk ponton dan memiliki panjang keseluruhan (LOA) 82,41 meter, lebar (B) 16,48 meter, dan tinggi 5,89 meter dengan estimasi biaya pembangunan sebesar Rp. 43.182.536.474,00.

Kata kunci: Maximum Sustainable Yield, optimasi jumlah kapal ikan, pelabuhan perikanan, pelabuhan perikanan terapung, pelabuhan terapung, desain konseptual pelabuhan perikanan terapung, *offshore building*.

ABSTRACT

CONCEPTUAL DESIGN OF FLOATING FISHERY PORT: A CASE STUDY OF WEST SUMATERA OFFSHORE FISHERIES

By : Yusep Sugianto
NRP : 4116202001
Supervisor : Dr. Eng. I.G.N Sumanta Buana, S.T., M.Eng.

ABSTRACT

The decreasing trend of fish catch per ton every year indicates that there is a decrease in the size of fish catch so that the selling price of fish decreases. With the selling price is smaller due to the smaller fish size, the income received by fishing vessels will decrease. This condition can be caused by fishing vessels concentrated only in certain places to catch fishes. To increase the catch per ton, the fishing vessel had to look for a new fishing ground farther from the base port. However, the greater the distance of the fishing grounds from the base port, the cost of fishing operations is increasing. One solution to accommodate fishing vessels to be able to operate more far, is to create a floating fishery port. This study aims to determine the potential of fish resources in the West Sumatra waters, the pattern of operations and calculate the minimum size of floating fishing port.

The potential of fish resources is calculated using the production surplus method. The data used are time series data of fish catches, number of fishing vessels, and number of fishing efforts. To find out the condition of fishery in West Sumatra waters, the calculation result on production surplus method created Maximum Sustainable Yield (MSY) graph. The study continued with the optimization method to obtain maximum fish catch amount of each type of fishing vessel and maximum number of vessels for each type of fishing vessel. The optimization result is used to count the number of ships that will dock on a daily basis. Of the number of ships that will dock it can be known the daily number of fish landed and the fishing operation needs. Those data is used to count the capacity of every facility that will be provided in floating fishery port. After the capacity of every facility is known, according to FAO (Food and Agricultural Organization) recommendation about fishery port, then the size of every facility can be determined. The total capacity (tonnes) and size (length x width x height) of the floating fishery port facilities is then used to calculate the size of the floating fishery port.

The number of allowable catch of pelagic fish is 3,025,78 tons per year. The maximum number of fish catches for longline type ships is 1,004.7 tons and purse seine type ships is 2,019.96 tons. Floating fishery port is built to serve the optimal number of fishing vessels of 31 longline type and 146 units of purse seine type. To move the fish from the floating fishery port to the mainland, used 2 units of chartered ships measuring 68 GT. The floating fishery port is in the form of a pontoon and has an overall length (LOA) of 82.41 meters, width (B) 16.48 meters, and height of 5.89 meters with an estimated construction cost of Rp. 43.182.536.474,00.

Keywords: Maximum Sustainable Yield, optimization of number of fishing vessels, fishery port, floating fishery port, floating port, conceptual design of floating fishery port, offshore building.

KATA PENGANTAR

Tahap penelitian hingga penyelesaian thesis dengan judul “**Desain Konseptual Pelabuhan Perikanan Terapung: Studi Kasus Perairan Lepas Pantai Sumatera Barat**” dilaksanakan dari Agustus 2017 hingga Juni 2018. Puji syukur kepada Allah SWT karena berkat karunianya thesis ini dapat diselesaikan dengan baik.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penyelesaian thesis ini, yaitu:

1. Dr. Eng.I.G.N Sumanta Buana, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing thesis atas bimbingan yang diberikan dalam pengerjaan thesis ini.
2. Dr. Ing. Setyo Nugroho selaku dosen wali yang telah memberikan arahan dan motivasi selama mengikuti perkuliahan di Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
3. Rekan-rekan peserta tugas belajar Kementerian Kelautan dan Perikanan RI di Institut teknologi Sepuluh November Surabaya yang telah membantu baik moril maupun materil.
4. Rekan-rekan mahasiswa S2 Teknik Perkapalan FTK-ITS.
5. Para sahabat mahasiswa S2 di Departemen Teknik Transportasi Laut yang selalu berbagi informasi pengetahuan mengenai transportasi kelautan.

Thesis ini belum sempurna, masih banyak hal-hal yang harus dipelajari lebih lanjut, disarankan, bahkan dikritik agar pengetahuan mengenai tema thesis ini dapat semakin luas. Semoga thesis ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi para pembaca sekalian.

Surabaya, Juni 2018

Penulis,

Yusep Sugianto

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	
ABSTRAK	
ABSTRACT	
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah	8
1.3. Tujuan	9
1.4. Manfaat	9
1.5. Batasan Masalah	9
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	11
2.1. Pelabuhan	11
2.2. Pelabuhan Perikanan	13
2.2.1. Fasilitas dan Klasifikasi Pelabuhan Perikanan	14
2.3. Kapal Penangkap Ikan	16
2.3.1. Pukat Cincin atau <i>Purse Seine</i>	17
2.3.2. Rawai atau <i>Longline</i>	18
2.4. Pola Operasi.....	19
2.4.1. Daerah Penangkapan Ikan atau <i>Fishing Ground</i>	19
2.4.2. Pangkalan Kapal Ikan atau <i>Fishing Base</i>	19
2.4.3. Trip Penangkapan.....	19
2.4.4. Periode Penangkapan.....	20
2.5. Potensi Lestari Sumberdaya Ikan (<i>Maximum Sustainable Yield</i>).....	20
2.6. Optimasi	24
2.6.1. Model Program Linear.....	25
2.6.2. <i>Goal Programming</i>	26

2.7.	Perencanaan Pelabuhan Perikanan.....	30
2.7.1.	Perencanaan Fasilitas Pelabuhan Perikanan	32
2.7.2.	Konsep Pelabuhan Perikanan Terapung	41
2.8.	<i>Very Large Floating Structure</i> (VLFS)	42
2.8.1.	Bentuk Bangunan <i>Very Large Floating Structure</i> (VLFS)	42
2.8.2.	Konsep VLFS Untuk Perikanan.....	44
2.9.	Satuan dan Ukuran-ukuran Kapal.....	45
2.10.	Estimasi Biaya Pembangunan Kapal	54
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....		61
3.1.	Identifikasi Masalah, dan Perumusan Masalah dan Studi Literatur	62
3.2.	Analisis Pola Operasi Kapal Penangkap Ikan dan Pelabuhan Perikanan	63
3.3.	Analisis Lokasi Pelabuhan Perikanan Terapung	63
3.4.	Analisis Potensi Sumberdaya Ikan	63
3.5.	Optimasi Jumlah Kapal Penangkap Ikan	64
3.6.	Analisis Fasilitas Pelabuhan Perikanan Terapung	65
3.7.	Analisis Kapasitas, Layout, dan Ukuran Pelabuhan Perikanan Terapung	65
3.8.	Analisis Jumlah dan Ukuran Kapal Pengangkut Ikan.....	66
3.9.	Estimasi Biaya Pembangunan Pelabuhan Perikanan Terapung	66
BAB 4. GAMBARAN UMUM		69
4.1.	Kondisi Perairan Lepas Pantai Sumatera Barat.....	69
4.2.	Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bungus.....	71
4.3.	Produksi Tangkapan Ikan Pelagis di PPS Bungus.....	75
4.4.	Kapal Penangkap Ikan	80
BAB 5. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		85
5.1.	Analisis Pola Operasi Kapal Penangkap Ikan dan Pelabuhan Perikanan Terapung.....	85
5.1.1.	Analisis Pola Operasional Kapal Penangkap Ikan	85
5.1.2.	Analisis Pola Operasional Pelabuhan Perikanan Terapung.....	86
5.2.	Analisis Lokasi Pelabuhan Perikanan Terapung	88
5.3.	Analisis Potensi Sumberdaya Ikan	91

5.3.1. Produktifitas Per Satuan Upaya Penangkapan (CPUE).....	93
5.3.2. Jumlah Tangkapan Lestari.....	94
5.4. Optimasi Jumlah Kapal Penangkap Ikan	96
5.4.1. Metode <i>linear programming</i> untuk menentukan target tangkapan..	97
5.4.2. Metode <i>linear goal programming</i> untuk menentukan jumlah kapal ikan	99
5.5. Analisis Fasilitas Pelabuhan Perikanan Terapung.....	103
5.5.1. Dermaga.....	103
5.5.2. Tempat Pendaratan Ikan (TPI).....	106
5.5.3. <i>Cold Storage</i>	107
5.5.4. Tangki Bahan Bakar	108
5.5.5. Gudang Es (<i>Ice Storage</i>).....	110
5.5.6. Tangki Air Tawar	111
5.5.7. Gudang penyimpanan kering	113
5.5.8. Fasilitas Penunjang.....	113
5.6. Analisis Kapasitas, Layout dan Ukuran Pelabuhan Perikanan Terapung	115
5.6.1. Kapasitas Pelabuhan Perikanan Terapung.....	115
5.6.2. Layout Fasilitas Pelabuhan Perikanan Terapung	116
5.6.3. Ukuran Pelabuhan Perikanan Terapung	117
5.7. Analisis Jumlah dan Ukuran Kapal Pengangkut Ikan.....	121
5.7.1. Jumlah Kapal Pengangkut Ikan.....	121
5.7.2. Ukuran Kapal Pengangkut Ikan	123
5.8. Estimasi Biaya Pembangunan Pelabuhan Perikanan Terapung	124
5.8.1. Biaya Struktur Kapal	124
5.8.2. Biaya Permesinan (<i>Machinery Cost</i>).....	125
5.8.3. Biaya <i>Outfit (Outfit Cost)</i>	126
5.8.4. <i>Non-Weight Cost</i>	127
5.8.5. Biaya Total.....	127
5.8.6. Harga Pelabuhan Perikanan Terapung	127
BAB 6. KESIMPULAN DAN SARAN.....	129
6.1. Kesimpulan.....	129

6.2. Saran..... 130

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

BIODATA PENULIS

DAFTAR TABEL

Tabel 2-1 Kriteria Pelabuhan Perikanan Berdasarkan Kelas	15
Tabel 2-2. Pengelompokan sumberdaya ikan untuk pengkajian stok	21
Tabel 2-3. Notasi pemisalan untuk model program linier	26
Tabel 2-4. Kebutuhan air harian di pelabuhan perikanan	37
Tabel 2-5. Daftar aktivitas yang bisa menggunakan air laut	38
Tabel 2-6. Karakteristik sistem Reverse Osmosis, ukuran mesin, dan jumlah produksi air per hari	38
Tabel 2-7. Rekomendasi tempat penyimpanan air	39
Tabel 2-8. Kebutuhan es pada setiap aktivitas di pelabuhan perikanan	39
Tabel 2-9. Parameter kebutuhan luas ruangan untuk ice storage	39
Tabel 2-10. Kebutuhan ruangan untuk pabrik es	40
Tabel 2-11. Konsumsi energi per ton produksi es	40
Tabel 2-12. Nilai muatan ikan dalam beberapa perlakuan	48
Tabel 2-13. Nilai deadweight coefficient (Cd) untuk tiap tipe kapal.	52
Tabel 2-14. Koefisien blok (C_b) tiap tipe kapal.	52
Tabel 2-15. Perincian biaya pembuatan kapal	59
Tabel 3-1. Ketentuan penghitungan luas fasilitas pelabuhan perikanan terapung	65
Tabel 4-1. Fasilitas yang dimiliki PPS Bungus.....	72
Tabel 4-2. Komposisi hasil tangkapan ikan pelagis	79
Tabel 4-3. Jumlah kapal penangkap ikan pelagis dan kapal penampung yang berpangkalan di PPS Bungus tahun 2015).....	82
Tabel 4-4. Ukuran kapal penangkap ikan	83
Tabel 4-5. Kebutuhan operasi penangkapan tiap tipe kapal penangkap ikan	83
Tabel 5-1. Produksi tangkapan ikan pelagis dan upaya penangkapan tahun 2008-2015 di perairan Sumatera Barat.....	92
Tabel 5-2. Produktivitas tiap tipe kapal ikan	92
Tabel 5-3. Nilai index tiap tipe kapal ikan.....	93
Tabel 5-4. Standardisasi upaya penangkapan	93
Tabel 5-5. Variabel penentu keputusan jumlah tangkapan maksimal	97

Tabel 5-6. Hasil optimasi jumlah tangkapan maksimum dengan Linear Programming	98
Tabel 5-7. Variabel penentu keputusan jumlah kapal penangkap ikan.....	99
Tabel 5-8. Hasil optimasi jumlah kapal ikan dengan linear goal programming	101
Tabel 5-9. Perbandingan jumlah kapal aktual dengan jumlah kapal berbasis MSY	101
Tabel 5-10. Perbandingan produksi tangkapan aktual dengan produksi tangkapan berbasis MSY	102
Tabel 5-11. Waktu pembongkaran tiap tipe kapal	103
Tabel 5-12. Jumlah kapal dan Annual Round Trip Time (ARTT) tiap tipe kapal	103
Tabel 5-13. Perhitungan panjang dermaga pendaratan ikan.....	105
Tabel 5-14. Perhitungan panjang dermaga perbekalan	106
Tabel 5-15. Perhitungan panjang dermaga istirahat.....	106
Tabel 5-16. Jumlah ikan yang didaratkan dalam satu hari	107
Tabel 5-17. Kebutuhan umpan tiap tipe kapal per hari	108
Tabel 5-18. Kebutuhan bahan bakar tiap kapal per hari.....	108
Tabel 5-19. Kebutuhan pelumas.....	109
Tabel 5-20. Kebutuhan total es	110
Tabel 5-21. Kebutuhan air bersih.....	112
Tabel 5-22. Kebutuhan beras	113
Tabel 5-23. Daftar kapasitas dan ukuran fasilitas pelabuhan perikanan terapung	116
Tabel 5-24. Ilustrasi jadwal labuh kapal ikan dan kapal pengangkut ikan pada pelabuhan perikanan terapung	122

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1-1. Peta lepas pantai Sumatera Barat.....	2
Gambar 1-2. Produksi tangkapan pelabuhan perikanan kelas A tahun 2015	2
Gambar 1-3. Jumlah tangkapan ikan yang didaratkan di PPS Bungus (Sumber : PPS Bungus, 2016)	3
Gambar 1-4. Nilai tangkapan ikan yang didaratkan di PPS Bungus.....	3
Gambar 1-5. Nilai tangkapan per ton ikan di PPS Bungus.....	4
Gambar 1-6. Satuan upaya penangkapan (CPUE) ikan pelagis di perairan Sumatera Barat	5
Gambar 1-7. Peta daerah penangkapan ikan di wilayah Sumatera Barat (Sumber: Pusdatin KKP, 2016).....	6
Gambar 2-1. Sketsa pengoperasian pukat cincin (Ardidja, Kapal Penangkap Ikan 2007a).....	18
Gambar 2-2. Sketsa pengoperasian rawai (Ardidja, Kapal Penangkap Ikan 2007a)	19
Gambar 2-3. Kurva Maximum Sustainable Yield (MSY) (Maunder 2008).....	21
Gambar 2-4. Regresi linier CPUE terhadap Effort (Spare dan Venema 1999) ..	24
Gambar 2-5. Konsep semi-submersible. Sumber: (Ben C. Gerwick 2007).....	44
Gambar 2-6. Desain konseptual vessel-shaped fish farm. Sumber: (Hoiland 2017)	44
Gambar 2-7. Desain konseptual floating fish cage Sumber: (Hoiland 2017).....	45
Gambar 2-8. Diagram hubungan antara payload, DWT, LWT dan displacement. Sumber: (Habiyudin 2010).....	51
Gambar 2-9. Hubungan harga baja per ton dengan berat baja kapal pada tahun 1993 (Watson 1998).....	57
Gambar 2-10. Hubungan biaya outfit per ton dengan berat outfit kapal pada tahun 1993 (Watson 1998).....	57
Gambar 2-11. Hubungan biaya permesinan per ton dengan berat permesinan kapal pada tahun 1993 (Watson 1998).....	58
Gambar 3-1. Diagram Alur Penelitian.....	67

Gambar 4-1. Peta perairan Sumatera Barat.....	69
Gambar 4-2. Peta daerah Penangkapan Ikan di wilayah Sumatera Barat (Sumber: Pusdatin KKP, 2016).....	70
Gambar 4-3. Permintaan bahan bakar kapal penangkap ikan di PPS Bungus (Sumber: PPS Bungus, 2016).....	73
Gambar 4-4. Permintaan air tawar kapal penangkap ikan di PPS Bungus (Sumber: PPS Bungus, 2016)	74
Gambar 4-5. Permintaan es dari kapal penangkap ikan di PPS Bungus (Sumber: PPS Bungus, 2016)	74
Gambar 4-6. Produksi tangkapan di PPS Bungus (Sumber: PPS Bungus 2016)	76
Gambar 4-7. Nilai produksi tangkapan di PPS Bungus (Sumber: PPS Bungus, 2016)	76
Gambar 4-8. Jumlah tangkapan ikan pelagis tiap musim tahun 2015 (Sumber PPS Bungus, 2016).....	77
Gambar 4-9. Proporsi tipe kapal penangkap ikan yang berkunjung di PPS Bungus tahun 2015 (Sumber:PPS Bungus 2016).....	81
Gambar 4-10. Jumlah kapal penangkap ikan pelagis di PPS Bungus	82
Gambar 5-1. Pola dan kecepatan arus laut di perairan Sumatera Barat (Sumber: BMKG, 2018).....	89
Gambar 5-2. Pola dan kecepatan angin di perairan Sumatera barat (Sumber: BMKG, 2018).....	89
Gambar 5-3. Pola dan ketinggian gelombang di perairan Sumatera Barat (Sumber BMKG, 2018).....	90
Gambar 5-4. Koordinat lokasi pelabuhan perikanan terapung.....	91
Gambar 5-5. CPUE di perairan Sumatera Barat tahun 2008-2015. Sumber: PPS Bungus (2016)(data diolah)	94
Gambar 5-6. Hubungan produktifitas tangkapan (CPUE) dengan upaya penangkapan dalam persamaan linier.....	95
Gambar 5-7. Maximum Sustainable Yield ikan pelagis di perairan Sumatera Barat	96
Gambar 5-8. Tampilan layar proses optimasi jumlah tangkapan maksimum dengan Solver Microsoft Excel	98

Gambar 5-9. Tampilan layar proses optimasi jumlah kapal ikan dengan Solver Microsoft Excel.....	100
Gambar 5-10. Layout fasilitas pelabuhan perikanan terapung.....	117
Gambar 5-11. Desain konseptual pelabuhan perikanan terapung	120
Gambar 5-12. Ilustrasi pola operasi pelabuhan perikanan terapung	121

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1. Tabel perhitungan index kapal penangkap ikan
- Lampiran 2. Penentuan grafik potensi lestari sumberdaya ikan (Maximum Sustainable Yield)
- Lampiran 3. Optimasi jumlah tangkapan maksimum dengan linear programming
- Lampiran 4. Optimasi jumlah kapal ikan dengan linear goal programming
- Lampiran 5. Perincian kebutuhan daya listrik pelabuhan perikanan terapung
- Lampiran 6. Perincian perhitungan kapasitas fasilitas pelabuhan perikanan terapung
- Lampiran 7. Perincian perhitungan biaya pembangunan pelabuhan perikanan terapung
- Lampiran 8. Desain konseptual pelabuhan perikanan terapung
- Lampiran 9. Data kapal perikanan yang berpangkalan di PPS Bungus (Sumber: Direktorat Perizinan dan Kenelayanan, KKP, 2016)

BAB 1.

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Pelabuhan perikanan bukan saja berperan sebagai pelaksana kesyahbandaran, tapi ia juga sebagai tempat pemasaran dan distribusi ikan, sehingga dalam pembangunannya perlu memperhatikan potensi ikan yang didaratkan dan jumlah armada yang memanfaatkan pelabuhan perikanan tersebut. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor Per. 16/MEN/2006 Tentang Pelabuhan Perikanan menyatakan bahwa pelabuhan perikanan selain sebagai tempat kegiatan pemerintahan, juga sebagai tempat kegiatan bisnis perikanan. Pelabuhan perikanan sebagai tempat kegiatan bisnis perikanan berarti bahwa pelabuhan perikanan merupakan pusat distribusi produk hasil penangkapan ikan di laut. Oleh karena itu, pelabuhan perikanan harus dapat menjamin ketersediaan ikan secara kontinyu untuk memenuhi permintaan konsumen maupun bahan baku industri pengolahan.

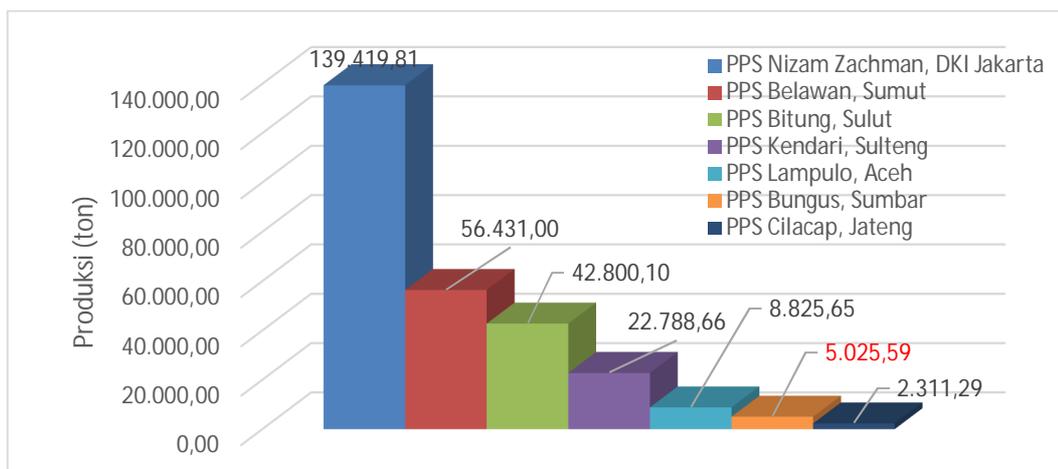
Perairan lepas pantai Sumatera Barat merupakan wilayah perairan yang menjadi bagian dari Samudera Hindia. Sesuai dengan UNCLOS 1982, Indonesia memiliki hak untuk mengelola sumber daya alam di perairan hingga sejauh 200 mil dari daratan. Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bungus terletak di Teluk Kabung Kota Padang Provinsi Sumatera Barat (lihat Gambar 1-1). PPS Bungus berperan untuk melakukan pengelolaan, pengendalian dan pengawasan sumber daya alam di perairan lepas pantai Sumatera Barat. PPS Bungus merupakan pelabuhan yang dapat melayani armada-armada kapal penangkap ikan yang melakukan operasi penangkapan di wilayah ZEE Indonesia hingga laut lepas. Kapal-kapal yang beroperasi di ZEE Indonesia hingga laut lepas merupakan kapal yang menangkap ikan bernilai ekonomis tinggi, yaitu ikan-ikan pelagis seperti tuna, tongkol, cakalang. Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bungus merupakan salah satu dari tujuh pelabuhan perikanan kelas A yang dimiliki oleh Indonesia. Pelabuhan ini selain melayani kapal-kapal ikan berukuran kecil, paling utamanya adalah melayani kapal-kapal penangkap ikan pelagis berukuran 30 GT

ke atas yang beroperasi di laut teritorial, ZEE pada Wilayah Pengelolaan Perikanan No. 572, dan laut lepas.



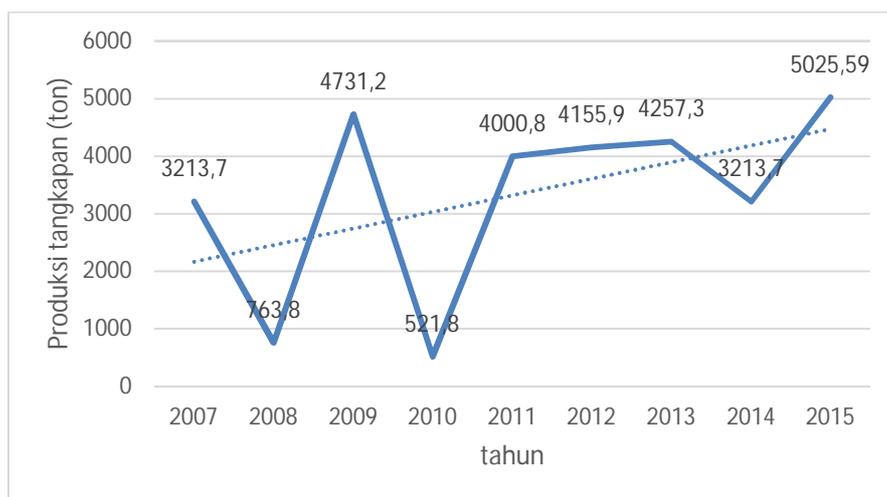
Gambar 1-1. Peta lepas pantai Sumatera Barat

Gambar 1-2 menunjukkan perbandingan produksi tangkapan setiap pelabuhan kelas A yang ada di Indonesia. Pada tahun 2015, produksi tangkapan PPS Bungus hanya berada pada urutan nomor 2 terbawah. Produksi tangkapan ikan pelagis di PPS Bungus pada tahun 2015 hanya sebesar 5.025,59 ton, kalah dari PPS Lampulo Aceh dengan produksi sebesar 8.825,65 ton.



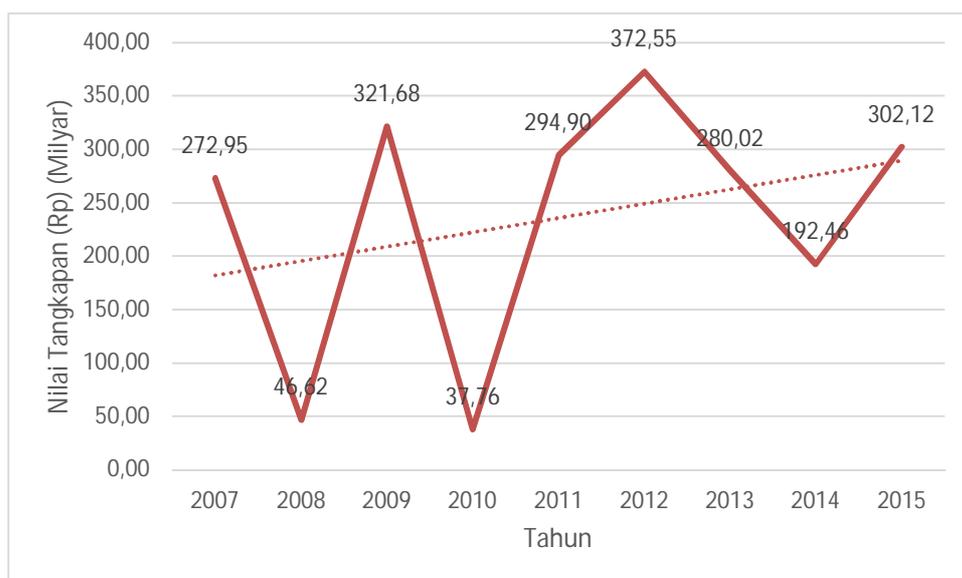
Gambar 1-2. Produksi tangkapan pelabuhan perikanan kelas A tahun 2015 (Sumber: Dirjen Perikanan Tangkap-KKP RI, 2016)

Gambar 1-3 menunjukkan bahwa jumlah tangkapan ikan yang didaratkan di PPS Bungus meningkat dalam kurun waktu 2007-2015. Walaupun terdapat penurunan jumlah tangkapan yang signifikan di tahun 2008 dan 2010, akan tetapi secara keseluruhan jumlah tangkapan dari tahun 2007 hingga 2015 mengalami kenaikan sebesar 16,55%.



Gambar 1-3. Jumlah tangkapan ikan yang didaratkan di PPS Bungus (Sumber : PPS Bungus, 2016)

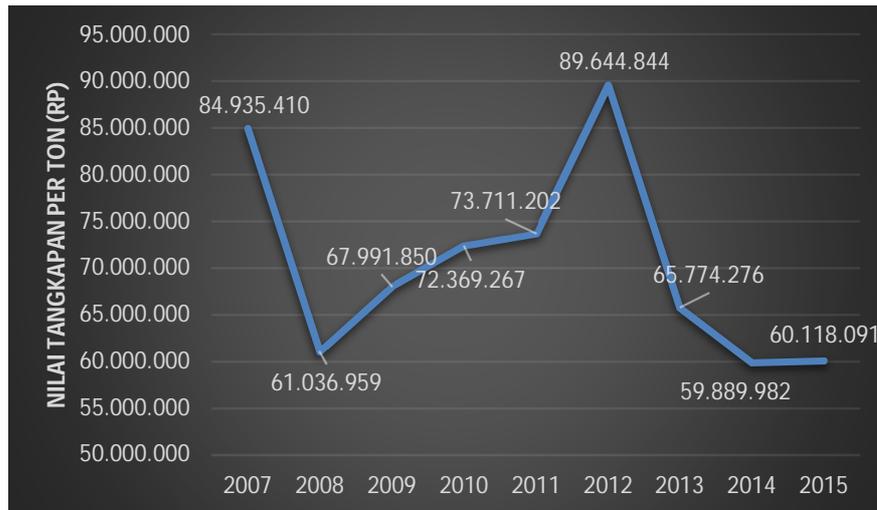
Kenaikan jumlah tangkapan tentu juga menyebabkan kenaikan dalam nilai produksi tangkapan. Gambar 1-4 menunjukkan nilai produksi tangkapan dalam Rupiah di PPS Bungus dalam rentang waktu 2007 hingga 2015.



Gambar 1-4. Nilai tangkapan ikan yang didaratkan di PPS Bungus (Sumber : PPS Bungus, 2016)

Kenaikan nilai tangkapan adalah 17,61% dari tahun 2007 hingga tahun 2015. Tahun 2012 adalah tahun tangkapan terbaik dalam kurun waktu tersebut dimana nilai tangkapannya adalah yang terbesar yaitu 372,55 milyar rupiah.

Akan tetapi kecenderungan peningkatan jumlah tangkapan dan nilai tangkapan ini tidak menyebabkan peningkatan pada nilai tangkapan per ton. Gambar 1-5 menunjukkan nilai tangkapan per ton ikan di PPS Bungus.

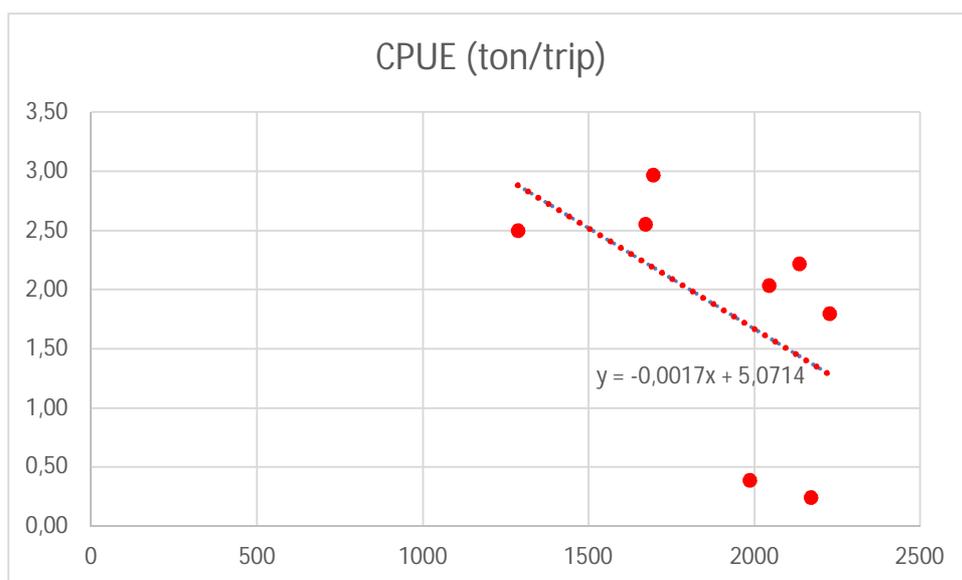


Gambar 1-5. Nilai tangkapan per ton ikan di PPS Bungus (Sumber PPS Bungus, 2016) (diolah kembali)

Nilai tangkapan per ton adalah perbandingan antara jumlah tangkapan yang diperoleh pada tahun tertentu dengan nilai tangkapan yang diperolehnya pada tahun tersebut. Jumlah tangkapan pada tahun 2007 adalah 3.213,7 ton dengan nilai tangkapan sebesar 272,95 milyar rupiah. Dengan demikian nilai tangkapan per ton pada tahun 2007 adalah Rp. 84.935.410 per ton. Berdasarkan Gambar 1-5, nilai produksi tangkapan dari tahun 2007 hingga 2008 mengalami penurunan yang sangat drastis, selanjutnya dari tahun 2008 nilai tangkapan per ton naik dengan rata-rata kenaikan 2,63% setiap tahun hingga tahun 2012 yang merupakan tahun terbaik dengan nilai tangkapan per ton tertinggi sepanjang tahun 2007 hingga 2015. Setelah tahun 2012 nilai tangkapan per ton kembali mengalami penurunan yang sangat tajam dan dramatis, dimana tahun 2012 adalah tahun dengan kenaikan nilai tangkapan terbaik yaitu sebesar 21,62% dari nilai tangkapan tahun 2011, akan tetapi tepat satu tahun berikutnya yaitu tahun 2013 justru mendapatkan penurunan nilai tangkapan terburuk sepanjang tahun 2007 hingga 2015, yaitu

sebesar -26,63%. Setelah tahun 2012, nilai tangkapan per ton hanya berkisar antara 60 - 65 juta rupiah per ton, dan belum mampu lagi untuk mencapai nilai 70 juta rupiah per ton atau bahkan memecahkan rekor tertinggi nilai tangkapan per ton di tahun 2012 sebesar 89,6 juta rupiah per ton.

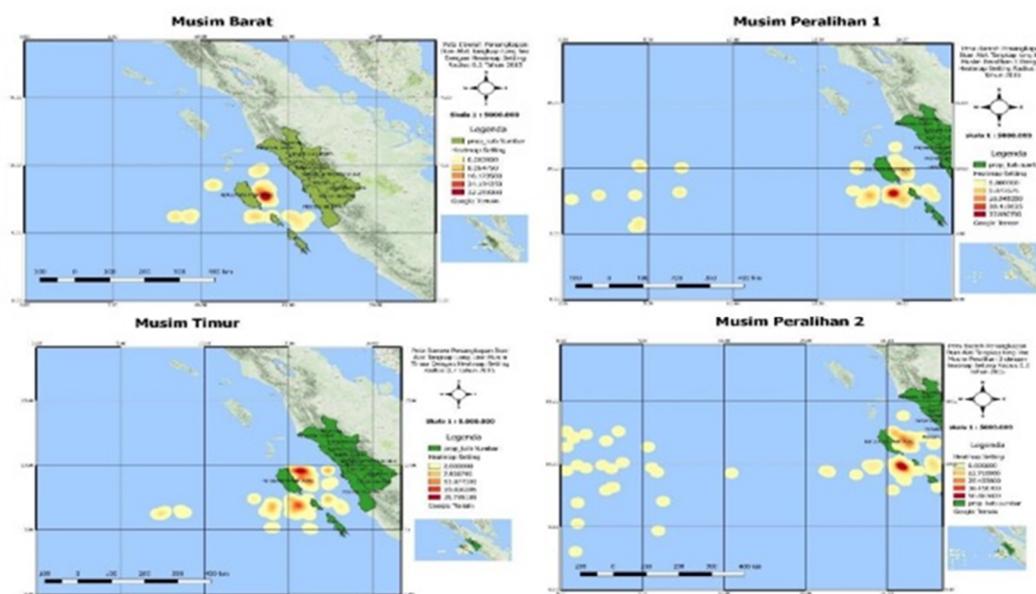
Kecenderungan penurunan nilai tangkapan per ton setiap tahun mengindikasikan bahwa ada penurunan ukuran ikan hasil tangkapan sehingga harga jual ikan mengalami penurunan. Dengan harga jual ikan yang lebih kecil karena ukuran ikan yang semakin kecil, maka jumlah pendapatan yang diterima oleh kapal penangkap ikan akan mengalami penurunan. Indikasi menurunnya ukuran ikan hasil tangkapan terlihat dari Gambar 1-3 dan Gambar 1-5, dimana terlihat bahwa meskipun jumlah tangkapan ikan mengalami trend peningkatan setiap tahun, namun ternyata nilai tangkapan ikan per ton justru mengalami trend penurunan.



Gambar 1-6. Satuan upaya penangkapan (CPUE) ikan pelagis di perairan Sumatera Barat

Gambar 1-6 menunjukkan satuan upaya penangkapan atau *Catch Per Unit of Effort* (CPUE) ikan pelagis di perairan Sumatera Barat. Satuan upaya penangkapan atau menurut Schaefer dalam (Badrudin 2011) disebut *Catch Per Unit of Effort* (CPUE) adalah jumlah tangkapan ikan per tahun dibagi dengan jumlah upaya penangkapan dalam tahun tersebut. Hal ini sama dengan jumlah ikan yang dapat ditangkap oleh satu kapal per tahun. Menurut Schaefer dalam

Badrudin (2011), CPUE merupakan salah satu indikator bagi ukuran kelimpahan relatif sumberdaya ikan. Diperolehnya gambaran tentang trend CPUE dari suatu perairan dapat dijadikan salah satu indikator tentang 'sehat- nya' suatu kawasan perairan tersebut. Trend CPUE yang naik merupakan gambaran bahwa tingkat eksploitasi sumberdaya ikan dapat dikatakan masih pada tahapan berkembang, sedangkan trend CPUE yang menurun merupakan indikasi bahwa tingkat eksploitasi sumberdaya ikan sudah mencapai pada tingkat kejenuhan karena hasil tangkapan ikan tiap kapal mengalami penurunan. CPUE yang menurun juga dapat mengindikasikan bahwa ukuran ikan hasil tangkapan semakin kecil. Ukuran ikan yang semakin kecil menyebabkan berat ikan menurun dan harga ikan bisa menjadi lebih murah. Hal tersebut akan berimbas kepada pendapatan nelayan yang semakin menurun.



Gambar 1-7. Peta daerah penangkapan ikan di wilayah Sumatera Barat (Sumber: Pusdatin KKP, 2016)

Satuan upaya penangkapan atau CPUE yang menurun dapat disebabkan oleh kapal penangkapan ikan yang terkonsentrasi hanya di tempat-tempat tertentu. Gambar 1-7 menunjukkan peta daerah penangkapan ikan di perairan Sumatera Barat. Peta daerah penangkapan ini merupakan hasil pemetaan data *log book* penangkapan ikan yang diberikan oleh kapal-kapal ikan kepada pelabuhan perikanan PPS Bungus setiap kali kapal tersebut bersandar untuk menurunkan

atau mendaratkan ikan hasil tangkapannya. Peta pada Gambar 1-7 terbagi menjadi 4 musim penangkapan sesuai dengan kondisi oseanografi dan pola angin yang terjadi di wilayah khatulistiwa yang membentuk 4 musim, yaitu musim Barat (terjadi pada bulan November-Januari), musim peralihan I (Februari-April), musim Timur (Mei-Juli), dan musim peralihan II (Agustus-Oktober). Warna kuning pada peta daerah penangkapan menunjukkan daerah penangkapan dimana nelayan jarang melakukan operasi penangkapan, sedangkan warna merah adalah daerah dimana para nelayan paling sering melakukan operasi penangkapan.

Gambar 1-7 juga menunjukkan bahwa terdapat daerah penangkapan ikan lain yang memiliki potensi untuk dieksploitasi, yaitu daerah ZEE sebelah barat Pulau Siberut. Akan tetapi daerah ini berjarak lebih jauh dari pangkalan PPS Bungus, dan masih jarang dikunjungi oleh kapal-kapal penangkap ikan (warna kuning menyebar).

Untuk meningkatkan satuan upaya penangkapan atau jumlah tangkapan per trip operasi, maka kapal-kapal harus mencari daerah penangkapan baru yang lebih jauh dari pelabuhan pangkalan dan jarang dikunjungi kapal-kapal penangkap ikan. Akan tetapi mencari daerah penangkapan ikan yang lebih jauh ini memunculkan permasalahan baru. Semakin jauh jarak daerah penangkapan dari pelabuhan pangkalan maka biaya operasi penangkapan ikan menjadi semakin meningkat. Peningkatan ini disebabkan karena kebutuhan bahan bakar, perbekalan, dan es atau bahan pengawet ikan menjadi semakin besar. Kondisi inilah yang menyebabkan sedikitnya kapal-kapal ikan yang bersedia untuk berlayar mengeksplorasi dan mengeksploitasi wilayah laut yang lebih jauh dari daratan.

Salah satu solusi dalam rangka mengakomodasi kapal-kapal penangkap ikan agar mampu beroperasi lebih jauh, dan mempercepat pendaratan ikan, adalah dengan cara memperpendek jarak tempat pendaratan ikan hasil tangkapan dengan daerah penangkapan. Hal ini dapat dilakukan dengan membuat pelabuhan perikanan di Kepulauan Mentawai. Akan tetapi, kondisi geografis Kepulauan Mentawai tidak memungkinkan untuk dibangunnya pelabuhan perikanan. Kepulauan Mentawai merupakan kumpulan pulau-pulau non-vulkanik berjumlah 98 pulau yang berbentuk bukit dari satu pegunungan di bawah laut. Pulau terbesar adalah Pulau Siberut (4.097 km²), Pulau Sipora (840 km²), dan Pulau pagai utara

dan Pulau Pagai Selatan (1.870 km²). Pesisir timur memiliki pulau-pulau yang sangat kecil, teluk, dan terumbu karang, dan diliputi oleh hutan bakau sebelum memasuki hutan nipah. Pesisir barat diliputi oleh hutan dan sukar dijangkau karena dikelilingi oleh tebing yang terjal serta kerasnya ombak laut (Dewi, Purwanto dan Sugianto 2017). Kapal-kapal berukuran besar, terutama kapal-kapal *tanker* tidak memungkinkan untuk berlabuh di pulau ini.

Untuk itu, perlu solusi lain selain pembangunan pelabuhan di Kepulauan Mentawai. Solusi lain tersebut adalah dengan cara membangun Pelabuhan perikanan terapung. Pelabuhan perikanan terapung merupakan suatu konsep dimana pelabuhan perikanan yang berada di darat dipindahkan ke tengah lautan mendekati sumber produksi, yaitu daerah penangkapan ikan. Pelabuhan perikanan terapung ini harus mampu menampung seluruh ikan hasil tangkapan dan menyediakan berbagai kebutuhan operasi penangkapan ikan. Seperti halnya pelabuhan perikanan yang berada di darat, pelabuhan perikanan terapung memiliki fasilitas-fasilitas yang mendukung kegiatan penangkapan ikan seperti gudang penyimpanan ikan, gudang penyediaan bahan bakar, air tawar maupun perbekalan.

1.2. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, diketahui bahwa trend jumlah produksi tangkapan ikan pelagis dalam satuan ton tahun 2007 hingga 2015 di PPS Bungus meningkat, demikian pula dengan trend nilai produksinya. Akan tetapi jika dilihat dari nilai tangkapan per ton atau perbandingan antara nilai tangkapan dengan jumlah tangkapan justru memperlihatkan trend penurunan. Untuk itu perlu diketahui kondisi sumberdaya perikanan di perairan Sumatera Barat tersebut. Setelah kondisi sumberdaya perikanan diketahui, maka selanjutnya adalah membuat solusi berupa pembangunan pelabuhan perikanan terapung. Pelabuhan perikanan terapung dibuat agar kapal ikan dapat beroperasi lebih jauh dari daratan. Pola operasi, lokasi, fasilitas dan ukuran dari pelabuhan perikanan terapung adalah permasalahan berikutnya yang harus diselesaikan agar seluruh keperluan kapal-kapal ikan dapat dilayani.

1.3. Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari tesis ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi perikanan ikan pelagis di perairan Sumatera Barat.
2. Menentukan pola operasi pelabuhan perikanan terapung.
3. Menentukan lokasi pelabuhan perikanan terapung.
4. Menentukan kapasitas dari fasilitas-fasilitas yang terdapat di pelabuhan perikanan terapung untuk menampung hasil tangkapan dan menyediakan logistik penangkapan kapal penangkap.
5. Menentukan ukuran pelabuhan perikanan terapung yang dapat menampung seluruh fasilitas yang disediakan.
6. Mengestimasi biaya pembangunan pelabuhan perikanan terapung.

1.4. Manfaat

Penelitian ini dapat dimanfaatkan oleh berbagai pihak antara lain:

1. Pelaku Usaha
Penelitian ini merupakan sumber informasi baru bagi para pelaku usaha mengenai peluang investasi dalam pembangunan infrastruktur bidang maritim.
2. Pemerintah
Pemerintah dapat memanfaatkan penelitian ini sebagai bahan pertimbangan dalam rangka mencari cara pendistribusian hasil tangkapan ikan yang efisien. Selain itu juga dapat dimanfaatkan untuk pertimbangan kebijakan pengelolaan sumberdaya ikan yang berkelanjutan.

1.5. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penyusunan tesis ini adalah sebagai berikut:

1. Daerah penangkapan ikan adalah daerah lepas pantai Provinsi Sumatera Barat dengan tempat pendaratan ikan di Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bungus di Sumatera Barat.
2. Spesies ikan yang dianalisis adalah spesies ikan pelagis atau ikan yang hidup di kolom perairan, yaitu tuna, tongkol, cakalang, kembung, dsb.

3. Kapal penangkap ikan yang digunakan adalah kapal penangkap ikan pelagis tipe *purse seine* 117 GT dan *longline* 29 GT yang beroperasi di laut teritorial, dan ZEEI.
4. Hasil tangkapan ikan diasumsikan seluruhnya didaratkan di Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus, Padang sebagai pusat pemasaran.
5. Pada penelitian ini tidak dianalisis jumlah pegawai/karyawan yang akan mengoperasikan pelabuhan perikanan terapung tersebut.
6. Konsep pelabuhan perikanan terapung ini tidak membahas mengenai desain detil pelabuhan perikanan terapung tersebut.
7. Penelitian ini tidak membahas sistem *mooring* bagi pelabuhan perikanan terapung yang akan dibuat.
8. Penelitian ini tidak menganalisis kelayakan investasi dari pelabuhan perikanan terapung yang dibangun.

BAB 2.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pelabuhan

Menurut (Triatmodjo 2005), pelabuhan merupakan tempat pemberhentian kapal setelah melakukan pelayaran. Di pelabuhan ini kapal melakukan berbagai kegiatan seperti menaik-turunkan penumpang, bongkar muat barang, pengisian bahan bakar dan air tawar, melakukan reparasi, dan sebagainya. Untuk bisa melakukan berbagai kegiatan tersebut maka pelabuhan harus dilengkapi dengan fasilitas-fasilitas seperti dermaga, peralatan bongkar muat, gudang-gudang, dan lapangan untuk mendaratkan muatan kapal. Pelabuhan merupakan suatu pintu gerbang untuk masuk ke suatu wilayah atau negara dan sebagai prasarana penghubung antar daerah, antar pulau, atau bahkan antar negara.

Pelabuhan dapat dibedakan menjadi beberapa macam yang tergantung dari sudut tinjauannya, yaitu dari segi penyelenggaraannya, pengusahaannya, fungsi dalam perdagangan, segi kegunaan, dan letak geografisnya. Ditinjau dari segi penyelenggaraannya, pelabuhan dibedakan menjadi pelabuhan umum dimana pelabuhan ini diselenggarakan untuk melayani kepentingan umum. Penyelenggaraan pelabuhan umum dilakukan oleh pemerintah dan pelaksanaannya dapat dilimpahkan kepada badan usaha milik negara yang diberi wewenang untuk mengelola pelabuhan umum tersebut. Pelabuhan khusus diselenggarakan untuk menunjang kegiatan tertentu. Pelabuhan khusus dibangun oleh suatu perusahaan baik milik negara atau swasta yang berfungsi sebagai prasarana pengiriman hasil produksi perusahaan tersebut. Ditinjau dari segi pengusahaannya, pelabuhan dibagi menjadi pelabuhan yang diusahakan dan pelabuhan yang tidak diusahakan. Pelabuhan yang diusahakan adalah pelabuhan dimana pemakaian fasilitas-fasilitas yang ada didalamnya dikenakan biaya-biaya, seperti biaya jasa labuh, jasa tambat, jasa pemanduan, jasa penundaan, jasa pelayanan air bersih, jasa dermaga, jasa penumpukan, jasa bongkar muat dan sebagainya. Pelabuhan yang tidak diusahakan hanya merupakan tempat singgahan kapal tanpa dikenakan biaya-biaya jasa karena merupakan pelabuhan kecil yang

disubsidi oleh pemerintah dan dikelola oleh Unit Pelaksana Teknis Direktorat Jenderal Perhubungan Laut. Ditinjau dari fungsi perdagangan, pelabuhan dibagi menjadi pelabuhan laut yang bebas dimasuki oleh kapal-kapal berbendera asing, dan pelabuhan pantai yang disediakan hanya untuk perdagangan dalam negeri, dan oleh karenanya kapal ini tidak bebas untuk disinggahi kapal-kapal berbendera asing. Ditinjau dari segi kegunaannya, pelabuhan terdiri dari pelabuhan ikan untuk bongkar muat dan tambat labuh kapal-kapal perikanan, pelabuhan minyak untuk bongkar muat dan tambat labuh kapal-kapal pengangkut minyak, pelabuhan barang, pelabuhan penumpang, dan pelabuhan militer sebagai tempat berlabuhnya kapal-kapal militer. Ditinjau dari letak geografisnya, maka pelabuhan terbagi menjadi pelabuhan alam, pelabuhan buatan, dan pelabuhan semi alam. Pelabuhan alam merupakan daerah perairan yang terlindungi dari badai dan gelombang secara alami, misalnya oleh suatu pulau, atau terletak di teluk, atau muara sungai. Pelabuhan buatan adalah suatu daerah perairan yang terlindung dari pengaruh gelombang dengan membuat suatu bangunan pemecah gelombang (*breakwater*). Pemecah gelombang ini membuat daerah menjadi tertutup dari laut dan hanya dihubungkan oleh suatu celah untuk keluar masuk kapal. Pelabuhan semi buatan merupakan campuran dari pelabuhan alam dan pelabuhan buatan (Triatmodjo 2005).

Menurut (Kramadibrata 2002), dalam merencanakan pelabuhan diperlukan adanya penilaian terhadap penggunaan efektivitas suatu investasi ditinjau dari segi perkiraan operasi yang akan datang. Efisiensi ini meliputi penggunaan-penggunaan dari alur pelayaran, kecepatan bongkar muat, daya tampung gudang penyimpanan, dan aksesibilitas. Penilaian ini merupakan analisis yang membandingkan prestasi suatu unit kerja dengan kapasitas investasi terpasang padanya. Dengan kata lain penilaian tersebut merupakan perbandingan antara hasil usaha dengan anggaran yang ditetapkan. Dalam merencanakan suatu pelabuhan harus dihindarkan adanya suatu investasi yang terlalu berlebihan atau terlalu kecil. Besaran-besaran dan ukuran rancangan pelabuhan tersebut harus didasarkan pada data-data statistik arus barang dan perkiraan-perkiraan kecenderungan di masa depan dari informasi statistik tersebut.

Selanjutnya (Kramadibrata 2002) juga menjelaskan bahwa akan selalu ada faktor pembatas dan faktor pengembang dalam merencanakan pembangunan pelabuhan. Faktor pembatas dapat berupa teknis dan teknologi, misalnya ukuran kapal yang akan ditampung dan sistem yang akan digunakan, atau dapat pula pembatas dari segi ekonomi misalnya besar dana yang tersedia untuk membangun suatu pelabuhan. Faktor pengembang berupa dampak sosial ekonomi daerah akibat adanya investasi tersebut. Dari segi efisiensi operasional pelabuhan, perencanaan pembangunan pelabuhan harus menjawab tantangan pasar serta keseimbangan dalam titik temu antara penawaran dengan permintaan pasar.

2.2. Pelabuhan Perikanan

Menurut Permen KP No. 16 tahun 2006 tentang Pelabuhan Perikanan, pelabuhan perikanan adalah tempat yang terdiri dari daratan dan perairan di sekitarnya dengan batas-batas tertentu sebagai tempat kegiatan pemerintahan dan kegiatan sistem bisnis perikanan yang dipergunakan sebagai tempat kapal perikanan bersandar, berlabuh, dan/atau bongkar muat ikan yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan pelayaran dan kegiatan penunjang perikanan. Pelabuhan perikanan diperlukan untuk menggali potensi sumberdaya ikan yang ada di perairan yang ada disekitarnya.

Pengembangan pelabuhan perikanan berarti mengembangkan fasilitas-fasilitas infrastruktur pelabuhan perikanan yang ada kaitannya dengan aktifitas perikanan sehingga aktifitas perikanan di pelabuhan tersebut memberikan keuntungan yang maksimal kepada pembangunan daerah. (Speir, Pomeroy dan Sutinen 2014) dalam penelitiannya mengenai dinamika pelabuhan perikanan mengemukakan bahwa aktifitas pelabuhan perikanan secara kuantitatif dapat diukur melalui jumlah trip penangkapan, jumlah ikan yang didaratkan, dan jumlah penerimaan (*revenue*) dari hasil penjualan ikan tangkapan. Penelitian yang dilakukan terhadap 30 pelabuhan perikanan di sekitar pantai California, USA dari aktifitas pelabuhan tahun 1997 hingga 2007 ditemukan bahwa jumlah trip penangkapan yang terus meningkat akan berdampak kepada peningkatan jumlah ikan yang didaratkan, namun berbanding terbalik dengan jumlah penerimaan dari hasil penjualan ikan tangkapan tersebut. Dengan kata lain, semakin banyak ikan

maka nilai jual ikan justru menjadi lebih kecil. Jumlah ikan yang didaratkan setiap unit kapal pun tidak akan selamanya terus meningkat setiap tahun, bahkan akan cenderung mengalami penurunan karena jumlah stok sumberdaya yang tersedia semakin sedikit. Mereka menyarankan agar aktifitas pelabuhan perikanan terus hidup, maka perlu adanya pengelolaan usaha perikanan dengan cara melakukan kontrol atas ketiga parameter tersebut. Dengan demikian, kontrol atas jumlah trip penangkapan (termasuk jumlah armada), jumlah ikan yang didaratkan, dan jumlah penerimaan hasil tangkapan akan menentukan ukuran fasilitas pelabuhan perikanan.

Berdasarkan panduan (FAO 2010) mengenai perencanaan pelabuhan perikanan, infrastruktur pelabuhan perikanan terdiri atas:

1. Infrastruktur untuk aktifitas olah gerak kapal (dermaga tambat, kolam pelabuhan)
2. Infrastruktur untuk pelayanan kebutuhan kapal (air, bahan bakar, bengkel)
3. Infrastruktur untuk penanganan ikan hasil tangkapan (*cold storage*, tempat pelelangan ikan, tempat pengolahan ikan, pabrik es)
4. Infrastruktur untuk pemasaran (pasar, jalan, jalur kereta api, dsb)

2.2.1. Fasilitas dan Klasifikasi Pelabuhan Perikanan

(Lubis 2012) mengatakan bahwa fasilitas yang terdapat pada pelabuhan perikanan terdiri dari fasilitas pokok, fasilitas fungsional, dan fasilitas penunjang. Fasilitas pokok adalah fasilitas atau infrastruktur dasar yang diperlukan dalam kegiatan di suatu pelabuhan. Fasilitas ini berfungsi untuk menjamin keamanan dan kelancaran kapal pada saat keluar masuk pelabuhan. Fasilitas-fasilitas pokok pada pelabuhan perikanan meliputi dermaga, kolam pelabuhan, alat bantu navigasi, dan *breakwater*. Fasilitas fungsional adalah fasilitas yang berfungsi untuk meningkatkan nilai guna dari fasilitas pokok sehingga dapat menunjang aktifitas pelabuhan. Fasilitas fungsional meliputi tempat pelelangan ikan, bengkel kapal ikan, bengkel alat tangkap, fasilitas perbekalan, dan fasilitas radio komunikasi. Fasilitas penunjang adalah fasilitas yang secara tidak langsung akan meningkatkan peranan pelabuhan perikanan sehingga pengguna mendapatkan kenyamanan dalam melakukan kegiatan di pelabuhan perikanan. Fasilitas

penunjang terdiri dari fasilitas kesejahteraan (MCK, poliklinik, kantin, mushola) dan fasilitas administratif (kantor pengelola pelabuhan, kantor bea cukai).

Undang-undang No. 31 Tahun 2006 Tentang Perikanan mengklasifikasikan pelabuhan perikanan menjadi 4, yaitu pelabuhan perikanan kelas A/Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS), pelabuhan perikanan kelas B/ Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN), pelabuhan perikanan kelas C/Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP), dan pelabuhan kelas D/Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI). Kriteria-kriteria yang menentukan tipe pelabuhan perikanan ditunjukkan oleh Tabel 2-1.

Tabel 2-1 Kriteria Pelabuhan Perikanan Berdasarkan Kelas

Kelas Pelabuhan	Kriteria
Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS)/Kelas A	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melayani kapal perikanan yang melakukan kegiatan perikanan di laut teritorial, ZEEI, dan laut lepas. 2. Memiliki fasilitas tambat labuh untuk kapal perikanan berukuran sekurang-kurangnya 60 GT. 3. Panjang dermaga sekurang-kurangnya 300 meter dengan kedalaman kolam sekurang-kurangnya 3 meter. 4. Mampu menampung sekurang-kurangnya 100 kapal perikanan atau jumlah keseluruhan sekurang-kurangnya 6.000 GT kapal perikanan sekaligus. 5. Ikan yang didaratkan sebagian untuk tujuan ekspor. 6. Terdapat industri perikanan.
Pelabuhan Perikanan Nusantara (PPN)/Kelas B	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melayani kapal perikanan yang melakukan kegiatan perikanan di laut teritorial dan Zona Ekonomi Eksklusif Indonesia. 2. Memiliki fasilitas tambat labuh untuk kapal perikanan berukuran sekurang-kurangnya 30 GT. 3. Panjang dermaga sekurang-kurangnya 150 meter dengan kedalaman kolam sekurang-kurangnya minus 3 meter. 4. Mampu menampung sekurang-kurangnya 75 kapal perikanan atau jumlah keseluruhan sekurang-kurangnya 2.250 GT kapal perikanan sekaligus. 5. Terdapat industri perikanan.

Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP)/Kelas C	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melayani kapal perikanan yang melakukan kegiatan perikanan di perairan pedalaman, perairan kepulauan, dan laut teritorial. 2. Memiliki fasilitas tambat labuh untuk kapal perikanan berukuran sekurang-kurangnya 10 GT. 3. Panjang dermaga sekurang-kurangnya 100 meter dengan kedalaman kolam sekurang-kurangnya minus 2 meter. 4. Mampu menampung sekurang-kurangnya 30 kapal perikanan atau jumlah keseluruhan sekurang-kurangnya 300 GT kapal perikanan sekaligus.
Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI)/Kelas D	<ol style="list-style-type: none"> 1. Melayani kapal perikanan yang melakukan kegiatan perikanan di perairan pedalaman dan perairan kepulauan. 2. Memiliki fasilitas tambat labuh untuk kapal perikanan berukuran sekurang-kurangnya 3 GT. 3. Panjang dermaga sekurang-kurangnya 50 meter dengan kedalaman kolam sekurang-kurangnya minus 2 meter. 4. Mampu menampung sekurang-kurangnya 20 kapal perikanan atau jumlah keseluruhan sekurang-kurangnya 60 GT kapal perikanan sekaligus.

(Sumber : UU No. 31 tahun 2006 Tentang Perikanan)

2.3. Kapal Penangkap Ikan

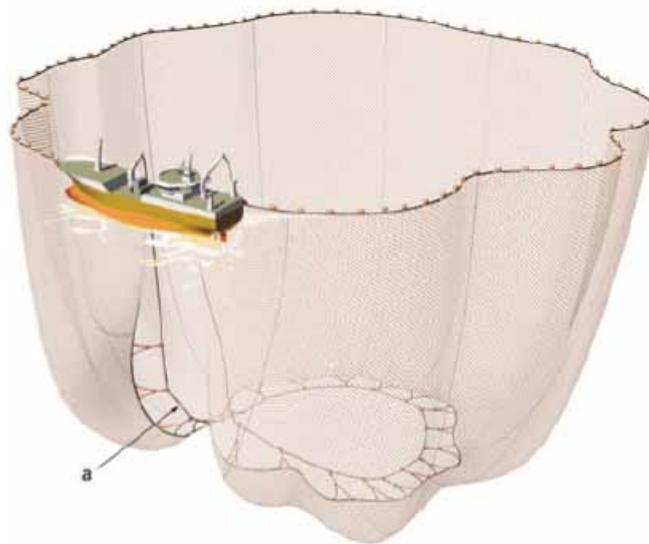
Menurut (Ardidja, Kapal Penangkap Ikan 2007a), kapal penangkap ikan adalah kapal yang dikonstruksi dan digunakan khusus untuk menangkap ikan sesuai dengan alat penangkap dan teknik penangkapan ikan yang digunakan termasuk menampung, menyimpan, dan mengawetkan. Kapal penangkap ikan dikelompokkan menjadi beberapa klasifikasi. Setiap klasifikasi kapal penangkap ikan memiliki karakteristik desain yang berbeda-beda tergantung dari alat tangkap yang digunakan, daerah penangkapan, dan jenis ikan yang akan ditangkap. Setiap alat tangkap memiliki metode operasi yang berbeda-beda, sehingga desain kapal disesuaikan agar pelaksanaan operasi penangkapan ikan menjadi lebih efisien.

Ikan pelagis adalah ikan-ikan yang hidup di permukaan perairan hingga pertengahan perairan atau dapat dikatakan sebagai ikan yang hidup pada kolom

suatu perairan. Biasanya ikan ini adalah ikan-ikan yang sering bermigrasi jarak jauh dan sering bergerombol. Umumnya bentuk fisik ikan ini adalah menyerupai torpedo karena ikan-ikan ini adalah ikan yang tergolong perenang cepat. Ikan pelagis terbagi atas dua jenis yaitu pelagis besar dan pelagis kecil. Spesies ikan yang termasuk dalam pelagis besar biasanya adalah predator yang berada pada posisi teratas dalam rantai makanan seperti keluarga tuna, ikan marlin, cakalang, tenggiri besar, ikan hiu, dan lumba-lumba. Spesies ikan yang termasuk dalam ikan pelagis kecil adalah ikan teri, tongkol, kembung dan lain-lain yang pada rantai makanan bukan berada pada tingkat teratas. Untuk menangkap ikan pelagis di perairan laut dalam, alat tangkap yang paling umum digunakan adalah *purse seine* atau pukot cincin dan *longline* atau rawai.

2.3.1. Pukat Cincin atau *Purse Seine*

Jaring lingkaran atau *Purse Seine* merupakan satu jenis alat tangkap yang banyak digunakan untuk menangkap jenis ikan yang hidup bergerombol. Jaring lingkaran memiliki efektifitas yang cukup tinggi dalam menghasilkan tangkapan ikan karena ikan yang ditangkap dalam jumlah banyak dan bergerombol. Prinsip dasar alat tangkap jaring lingkaran adalah menutup jalan renang ikan baik horizontal maupun vertikal (pada jenis jaring lingkaran dengan kolor) sehingga ikan terperangkap dalam alat tangkap. Jenis-jenis ikan yang menjadi tujuan penangkapan dengan jaring lingkaran adalah ikan tongkol, kembung, tembang, selar, cakalang, tuna sirip kuning dan ikan pelagis lainnya. Jenis-jenis ikan tersebut di atas kebanyakan adalah golongan ikan pelagis yang hidup bergerombol. Walaupun begitu, operasi penangkapan dengan jaring lingkaran tidak dapat dilakukan setiap saat karena gerombolan ikan tersebut hanya berada di permukaan air pada waktu-waktu tertentu seperti siang atau sore hari. Oleh karena itu, pengoperasian alat tangkap jaring lingkaran dibantu dengan pemasangan rumpon yang terbuat dari rangkaian daun kelapa. Rumpon berfungsi sebagai tempat berkumpulnya ikan-ikan kecil yang merupakan mangsa ikan-ikan yang lebih besar yang menjadi tujuan penangkapan jaring lingkaran. (Ardidja, Kapal Penangkap Ikan 2007a). Sketsa operasi penangkapan ikan dengan alat tangkap pukot cincin ditunjukkan oleh Gambar 2-1.

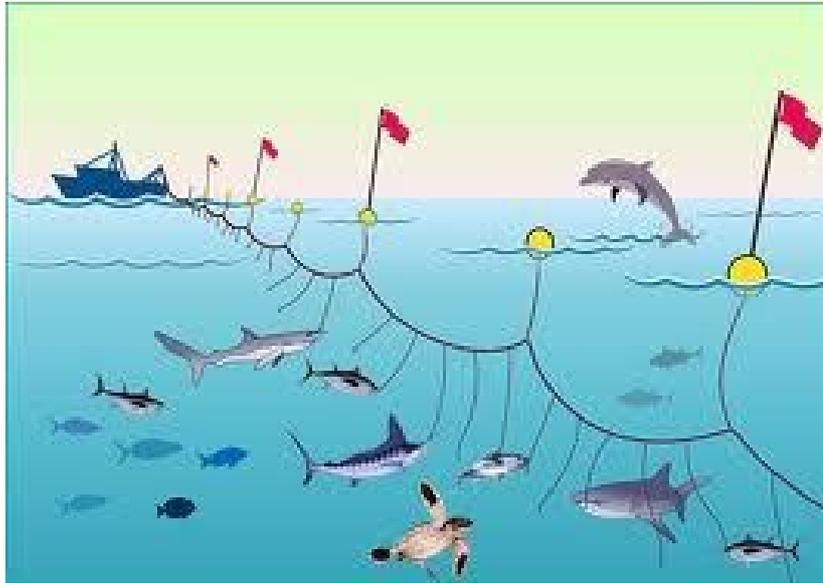


Gambar 2-1. Sketsa pengoperasian pukat cincin (Ardidja, *Kapal Penangkap Ikan 2007a*)

2.3.2. Rawai atau *Longline*

Longline atau rawai merupakan alat untuk menangkap ikan yang terbuat dari tali yang direntangkan dan diikatkan beberapa buah kail pancing. Alat penangkapan ikan ini disebut rawai karena bentuk alat sewaktu dioperasikan adalah rawe-rawe (rawe = bahasa Jawa) yang berarti sesuatu yang ujungnya bergerak bebas. Rawai disebut juga dengan *longline* yang secara harfiah dapat diartikan dengan tali panjang. *Longline* atau rawai yang secara khusus digunakan untuk menangkap ikan-ikan tuna di perairan laut lepas dinamakan *tuna longline* atau rawai tuna. Dalam operasinya, rawai tuna maupun rawai lainnya selalu menggunakan umpan untuk mengelabui target ikan. Umpan yang umum dipakai pada rawai tuna adalah jenis ikan yang mempunyai sisik mengkilat, tidak cepat busuk, dan rangka tulangnya kuat sehingga tidak mudah lepas dari pancing bila tidak di sambar ikan. Beberapa jenis diantaranya adalah bandeng, saury, tawes, kembung, layang, dan cumi-cumi. Panjang umpan berkisar antara 15-20 cm, dengan berat 80-150 gram. Cumi-cumi kecil masih dapat dipakai asalkan digabung (dijahit) beberapa ekor sehingga menjadi cukup besar. Umpan ini harus berasal dari ikan-ikan yang benar-benar segar dan dilakukan penanganan dengan baik agar tahan dalam waktu yang lama. Dalam satu kali operasi penangkapan, sebuah kapal rawai tuna dapat menebarkan 1.000 hingga 2.000 mata pancing.

Penebaran pancing biasanya dilakukan pada waktu pagi hari sedangkan pengangkatannya dilakukan pada waktu petang hari (Ardidja, Kapal Penangkap Ikan 2007a). Sketsa operasi penangkapan ikan dengan alat tangkap rawai ditunjukkan oleh Gambar 2-2.



Gambar 2-2. Sketsa pengoperasian rawai (Ardidja, Kapal Penangkap Ikan 2007a)

2.4. Pola Operasi

2.4.1. Daerah Penangkapan Ikan atau *Fishing Ground*

Daerah penangkapan ikan atau *fishing ground* adalah daerah di tengah laut yang diduga berpotensi terdapat kelimpahan ikan sehingga kapal penangkap ikan dan alat tangkap yang digunakannya dapat dioperasikan untuk menangkap ikan di daerah tersebut (Ardidja, Metode Penangkapan Ikan 2007b).

2.4.2. Pangkalan Kapal Ikan atau *Fishing Base*

Pangkalan kapal ikan atau *fishing base* adalah pelabuhan yang digunakan sebagai tempat beristirahat atau tempat melakukan perbaikan-perbaikan kapal-kapal penangkap ikan jika tidak sedang melakukan operasi penangkapan (Ardidja, Metode Penangkapan Ikan 2007b).

2.4.3. Trip Penangkapan

Trip penangkapan adalah waktu yang dihabiskan oleh kapal untuk melakukan kegiatan penangkapan ikan di laut terhitung sejak kapal meninggalkan

pelabuhan menuju daerah penangkapan (*fishing ground*), pencarian ikan (*steaming*), melakukan operasi penangkapan (*fishing*) kemudian kembali lagi ke pelabuhan (Ardidja, Metode Penangkapan Ikan 2007b). Jumlah hari penangkapan dalam satu trip mengikuti persamaan sebagai berikut:

$$T_{tr} = t_1 + t_2 + t_3 \quad (2.1)$$

Dimana:

- T_{tr} = Jumlah hari penangkapan
- t_1 = Waktu menuju daerah penangkapan (waktu berangkat dan pulang)
- t_2 = Waktu pencarian ikan/berpindah tempat (*steaming*)
- t_3 = Waktu operasi penangkapan (*fishing*)

2.4.4. Periode Penangkapan

Menurut (Priono dan Rajab 2014), periode penangkapan atau *Annual Round Trip Time/ARTT* adalah jumlah hari operasi penangkapan (operasional kapal) dalam satu tahun.

$$ARTT = 360 - (a + b + c) \quad (2.2)$$

Dimana :

- ARTT = Periode penangkapan dalam setahun
- a = waktu perawatan/perbaikan
- b = waktu di pelabuhan
- c = waktu cuaca buruk

2.5. Potensi Lestari Sumberdaya Ikan (*Maximum Sustainable Yield*)

(Lubis 2012) menyatakan bahwa stok sumberdaya ikan adalah total potensi lestari sumberdaya ikan di wilayah perairan tertentu. Total potensi lestari sumberdaya perikanan yang dimaksud dikenal dalam Bahasa Inggris sebagai *Maximum Sustainable Yield*. Menurut (Maunder 2008), peneliti dari Inter-American Tropical Tuna Commission mengemukakan bahwa MSY merupakan konsep teori yang selalu digunakan dalam pengelolaan perikanan. MSY merupakan jumlah maksimum ikan yang dapat ditangkap di suatu populasi ikan pada periode tertentu dimana populasi tersebut masih bisa melakukan regenerasi. Perhitungan MSY pada bidang perikanan menggunakan model surplus produksi dari Schaefer, dimana model ini membandingkan antara jumlah tangkapan per

satuan upaya (CPUE) dengan jumlah total upaya penangkapan (*effort*). Nilai MSY akan tergantung dari jumlah upaya penangkapan yang dilakukan oleh setiap metode penangkapan. (Bappenas 2014) menterjemahkan MSY sebagai produksi tangkapan lestari. MSY dihitung berdasarkan spesies ikan atau kelompok sumberdaya ikan. (Badrudin 2011) mengelompokkan sumberdaya ikan menjadi lima kelompok seperti yang ditampilkan oleh Tabel 2-2.

Tabel 2-2. Pengelompokan sumberdaya ikan untuk pengkajian stok (Badrudin 2011)

No	Kelompok Sumberdaya Ikan	Keterangan	Jenis atau spesies Ikan
1	Demersal	Ikan-ikan yang hidup di dasar perairan	ikan sebelah, ikan kerapu, ikan kakap, dll
2	Udang	Ikan-ikan yang tergolong dalam udang-udangan	jerbung, windu, dogol, lobster, dll
3	Pelagis	Ikan-ikan yang hidup di kolom perairan	tuna, tongkol, kembung, cakalang, japuh, selar, dll
4	Cumi-cumi		cumi-cumi, sotong, gurita
5	Cucut+pari		cucut martil, cucut botol, pari

Untuk menghitung MSY, data-data statistik yang diperlukan adalah produksi jenis ikan, produksi jenis ikan per jenis alat tangkap, serta jumlah dan jenis alat tangkap (Badrudin 2011). Data-data tersebut akan membentuk persamaan regresi $Y=a+bX$ yang akan digunakan untuk menghitung potensi lestari sumberdaya ikan atau *maximum sustainable yield* (MSY). Proyeksi persamaan linier tersebut akan membentuk kurva seperti yang ditampilkan oleh Gambar 2-3.



Gambar 2-3. Kurva *Maximum Sustainable Yield* (MSY) (Maunder 2008)

Menurut Schaefer (1954) dalam (Spare dan Venema 1999), hubungan hasil tangkapan (*catch*) dengan upaya tangkap (*effort*) adalah:

$$Q = aE + bE^2 \quad (2.3)$$

dimana :

a = intercept

b = slope

Q = Total hasil tangkapan

E = Total upaya penangkapan

Sedangkan hubungan *CPUE* dengan upaya tangkap adalah :

$$CPUE = a + bE \quad (2.4)$$

Upaya tangkap optimum dihitung dengan menurunkan persamaan (2.3) terhadap upaya tangkap;

$$\frac{dQ}{dE} = a + 2bE$$

$$0 = a + 2bE$$

$$-2bE = a$$

$$E_{MSY} = -\frac{a}{2b} \quad (2.5)$$

dimana:

E_{MSY} = Upaya penangkapan optimum (trip)

Penghitungan nilai MSY dilakukan dengan memasukkan persamaan (2.3) kedalam persamaan (2.5) sehingga diperoleh kondisi MSY:

$$Q_{MSY} = -0.25 \frac{a^2}{b} \quad (2.6)$$

dimana :

Q_{MSY} = Total hasil tangkapan pada kondisi lestari maksimum (ton).

Q adalah hasil tangkapan ikan (*catch*), yaitu keseluruhan hasil produksi tangkapan ikan, sedangkan E adalah upaya penangkapan ikan (*effort*), yaitu keseluruhan jumlah upaya penangkapan ikan berupa jumlah trip kapal ikan melakukan operasi penangkapan.

(Krisdiyana, Iriana dan Junaedi 2006) pada penelitian mengenai spesies ikan Tuna madidihang (*Thunnus Albacares* Bonnaterre 1788) menghitung nilai MSY atau potensi lestari sumberdaya dengan langkah-langkah sebagai berikut:

1. Menyusun data produksi dalam satuan bobot (ton) dan upaya penangkapan dalam satuan trip. Data disusun secara *time series* dan berdasarkan alat tangkap.
2. Menghitung *Catch Per Unit of Effort* (CPUE) setiap tahun dari data tangkapan tiap alat tangkap. Nilai CPUE diformulasikan sebagai berikut:

$$CPUE_i = \frac{Q_{i=1}^n}{E_{i=1}^n} \quad (2.7)$$

Dimana :

$CPUE_i$ = Hasil tangkapan per unit upaya alat tangkap -i

$Q_{i=1}^n$ = Rata-rata jumlah tangkapan alat tangkap -i (ton)

$E_{i=1}^n$ = Rata-rata upaya penangkapan alat tangkap -i (trip)

3. Melakukan standardisasi *effort*. Standarisasi dilakukan untuk menyeragamkan satuan upaya yang berbeda menjadi satu satuan upaya yang seragam. Penyeragaman ini dilakukan karena produktivitas tiap alat tangkap yang digunakan berbeda-beda. Standardisasi effort dinamakan *Fishing Power Index* atau FPI dengan formula sebagai berikut:

$$FPI_i = \frac{C_{i=1}^n}{C_{alat\ standar}} \quad (2.8)$$

Dimana :

FPI_i = Index konversi alat tangkap i

$C_{i=1}^n$ = CPUE dari setiap type alat tangkap

$C_{alat\ standar}$ = CPUE alat tangkap standar

4. Menentukan jumlah upaya alat tangkap standar setiap tahun. Jumlah upaya alat tangkap standar setiap tahun ditentukan dengan formula berikut:

$$E_{standar}(t) = \sum_{i=1}^n FPI_i \cdot U_{i(t)} \quad (2.9)$$

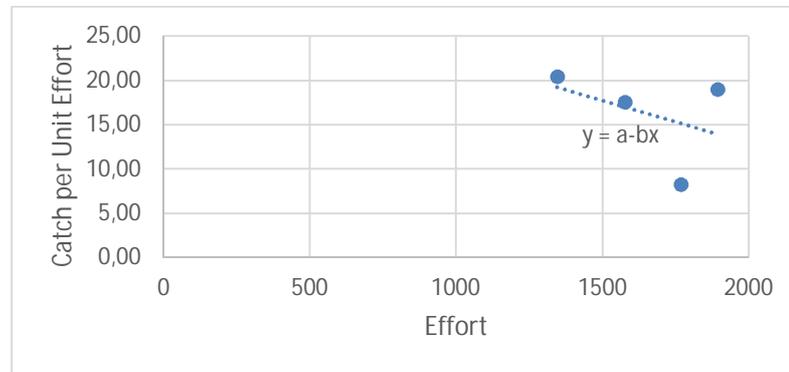
dimana :

$E_{standar}(t)$ = Jumlah total upaya standar tahun ke-t (trip)

FPI_i = Index konversi alat tangkap i

$U_{i(t)}$ = Jumlah upaya alat tangkap i tahun ke-t (trip)

5. Dengan analisis regresi linear sederhana dari data time series yang ada dapat diketahui nilai *intersep* (a) dan *slope* (b) seperti ditunjukkan oleh Gambar 2-4.



Gambar 2-4. Regresi linier CPUE terhadap *Effort* (Spare dan Venema 1999)

6. Nilai MSY dan upaya optimum dapat dihitung melalui rumus yang dikemukakan oleh Schaefer dalam (Spare dan Venema 1999) :

$$Q_{MSY} = -0.25 \frac{a^2}{b} \quad (2.10)$$

$$E_{MSY} = \frac{a}{2b} \quad (2.11)$$

Jumlah ikan yang boleh ditangkap di wilayah Zona Ekonomi Eksklusif, menurut Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia No.15/1984 tentang Pengelolaan Sumber Daya Alam Hayati di ZEE Indonesia, setinggi-tingginya adalah 90% dari jumlah tangkapan maksimum lestari (MSY). Sementara jumlah ikan yang boleh ditangkap menurut Kepmentan No. 995/Kpts/IK210/9/99 tentang Potensi Sumber Daya Ikan dan Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan di Wilayah Perairan Indonesia adalah sebesar 80%. Umumnya angka yang sering digunakan dalam menentukan jumlah ikan yang boleh ditangkap adalah 80% dari potensi sumber daya ikan lestari (MSY).

2.6. Optimasi

Menurut (Surachman dan Astuti 2015) optimasi merupakan salah satu kata kunci dalam riset operasi. Para pengambil keputusan menggunakan model-model optimasi dalam riset operasi untuk mengambil tindakan atau keputusan dengan adanya keterbatasan sumber-sumber yang tersedia dalam suatu organisasi. Salah

satu model dalam riset operasi yang sering digunakan untuk menyelesaikan masalah optimasi oleh pengambil keputusan adalah program linear.

2.6.1. Model Program Linear

Menurut (Surachman dan Astuti 2015), model program linier terdiri dari fungsi tujuan dan fungsi kendala yang berbentuk linier baik yang dinyatakan dalam bentuk persamaan maupun pertidaksamaan. Komponen utama dari masalah program linier adalah fungsi tujuan yang berupa kriteria maksimum dan minimum. Langkah-langkah dalam membuat formulasi model program linier adalah :

1. Menentukan tujuan yang ingin dicapai.
2. Menentukan variabel keputusan yang akan dicari
3. Menentukan kendala yang membatasi variabel dalam sistem.

Untuk mempermudah penulisan formulasi model program linier, maka data-data untuk model disajikan dalam bentuk notasi-notasi (Surachman dan Astuti 2015). Misalkan terdapat “m” sumberdaya yang akan dialokasikan atau digunakan kedalam “n” aktivitas.

Dalam hal ini :

m = banyaknya sumberdaya

n = banyaknya aktivitas

x_j = variabel keputusan untuk aktivitas -j ; $j = 1,2,3, \dots n$

Z = nilai fungsi tujuan

c_j = koefisien x_j dalam fungsi tujuan (Z)

= pertambahan nilai z jika variabel x_j bertambah 1 unit

b_i = batas ketersediaan sumberdaya ke-i yang bisa dialokasikan

= nilai ruas kanan kendala ke-i ; $i = 1,2,3, \dots n$

a_{ij} = banyaknya sumberdaya ke-i yang dialokasikan atau digunakan oleh setiap unit pertambahan x_j

= koefisien x_j pada kendala ke-i

Notasi-notasi tersebut disajikan dalam Tabel 2-3.

Tabel 2-3. Notasi pemisalan untuk model program linier

Sumberdaya (i)	Aktifitas (j)				Ketersediaan sumberdaya/kebutuhan ke-i
	1	2	...	n	
1	a ₁₁	a ₁₂	...	a _{1n}	b ₁
2	a ₂₁	a ₂₂	...	a _{2n}	b ₂
...
m	a _{m1}	a _{m2}	...	a _{mn}	b _m
c _j (ΔZ/unit x _j)	c ₁	c ₂	...	c _n	
Variabel keputusan x _j	x ₁	x ₂	...	x _n	

(Surachman dan Astuti 2015)

Dari notasi-notasi Tabel 2-3 tersebut, maka dapat dibuat model matematis sebagai berikut :

$$\begin{array}{l} \text{Maksimasi} \\ \text{Minimasi} \end{array} Z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n = \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \quad (2.12)$$

Dengan mempertimbangkan persamaan atau fungsi kendala atau batasan atau pembatas (subject to) :

$$a. \sum_{j=1}^n a_{ij}x_j \begin{array}{l} \leq \\ \geq \\ = \end{array} b_i \quad (2.13)$$

$$b. x_j \geq 0 \text{ (fungsi kendala non-negatif)} \quad (2.14)$$

2.6.2. Goal Programming

Berbeda dengan program linier yang hanya mempunyai satu fungsi tujuan, ada banyak persoalan yang melibatkan lebih dari satu fungsi tujuan. Misalnya:

1. Pertentangan tujuan. Ada kalanya manajemen menghadapi pertentangan tujuan antara meminimumkan biaya pelayanan atau memaksimumkan pelayanan kepada pelanggan. Padahal tingginya tingkat pelayanan akan menjadikan biaya pelayanan semakin tinggi.
2. Perbedaan fungsi tujuan. Misalnya, tujuannya adalah menentukan jumlah unit produksi yang akan memaksimumkan keuntungan atautkah memaksimumkan *market share*.

3. Kesulitan mengukur tujuan. Misalnya, tujuannya adalah memaksimalkan tingkat pelayanan pada pelanggan. Hal tersebut tentunya sulit diukur.

Dalam kasus-kasus diatas, kadang tidak ada solusi fisibel yang bisa mengoptimalkan semua tujuan secara bersamaan dengan satu fungsi tujuan. Untuk mengatasi hal ini, bisa digunakan teknik *goal programming* (Surachman dan Astuti 2015).

Goal programming adalah pengembangan dari model program linier yang digunakan untuk menyelesaikan masalah linier dengan fungsi tujuan majemuk atau fungsi tujuan yang lebih dari satu secara bersamaan. Masing-masing fungsi tujuan tersebut dinyatakan sebagai target atau *goal*, dan masing-masing target akan dinyatakan sebagai fungsi kendala baru dengan menambahkan variabel deviasi yang menunjukkan besarnya penyimpangan dari nilai target yang diinginkan. Tujuan masing-masing target adalah minimasi dari variabel deviasi sesuai target yang diinginkan (Surachman dan Astuti 2015).

(Surachman dan Astuti 2015) juga menyatakan bahwa tujuan dari *goal programming* adalah meminimumkan total deviasi atau penyimpangan dari semua target yang diinginkan dengan mempertimbangkan semua kendala dari target serta kendala dari modelnya. Oleh karena itu, fungsi tujuan setiap target atau *goal* merupakan bagian dari fungsi tujuan masalah *goal programming* secara keseluruhan.

Dasar pendekatan *goal programming* adalah:

- Menetapkan fungsi numeris dari target atau *goal* yang spesifik untuk masing-masing keinginan atau harapan, dengan menambahkan sepasang variabel deviasi atau penyimpangan.
- Merumuskan fungsi tujuan untuk masing-masing target atau *goal*, yang berupa minimasi variabel deviasi yang sesuai dengan keinginan atau harapan.
- Mencari solusi yang meminimalkan jumlah variable deviasi atau penyimpangan dari fungsi-fungsi tujuan masing-masing target.

Ada tiga kemungkinan jenis target atau *goal*:

1. *Goal* satu sisi untuk menetapkan batas bawah target, dengan harapan sebisa mungkin hasilnya tidak jatuh di bawahnya tapi jika melebihi batas tidak masalah.
2. *Goal* satu sisi untuk menetapkan batas atas target, dengan harapan sebisa mungkin hasilnya tidak melebihi batas itu, tapi jika jatuh dibawah batas tidak masalah.
3. *Goal* dua sisi, untuk menetapkan target tertentu yang sebisa mungkin tidak terjadi kelebihan atau kekurangan.

Pasangan variabel deviasi s_i^- dan s_i^+ akan dimunculkan pada ruas kiri persamaan kendala yang dirumuskan dari fungsi target. Jadi misalkan fungsi targetnya adalah:

$$f_i(x_i) \begin{matrix} \leq \\ \geq f_i \\ = \end{matrix} \quad (2.15)$$

maka persamaan kendala yang berkaitan dengan target tersebut dirumuskan sebagai:

$$f_i(x_i) + s_i^- - s_i^+ = f_i \quad (2.16)$$

dengan:

s_i^- : besarnya deviasi atau penyimpangan di bawah target

s_i^+ : besarnya deviasi atau penyimpangan di atas target

Apabila ada *goal* yang menyatakan bahwa batas atas target sama sekali tidak boleh dilanggar, maka fungsi kendala targetnya menjadi :

$$f_i(x_i) + s_i^- = f_i \text{ (sama sekali tidak diijinkan lebih dari } f_i) \quad (2.17)$$

Apabila ada *goal* yang menyatakan bahwa batas bawah target sama sekali tidak boleh dilanggar, maka fungsi kendala targetnya menjadi :

$$f_i(x_i) - s_i^+ = f_i \text{ (sama sekali tidak diijinkan kurang dari } f_i) \quad (2.18)$$

Jenis *goal* yang pertama (biasanya pernyataan targetnya dinyatakan dengan kata-kata: paling sedikit, setidaknya, tidak kurang dari, minimal dan seterusnya) atau jika fungsi targetnya menggunakan tanda \geq , maka fungsi tujuannya adalah

meminimumkan kekurangan dari target atau variabel *slack* s_i^- yang merupakan variabel penyimpangan dibawah target.

Jenis *goal* yang kedua (biasanya pernyataan targetnya dinyatakan dengan kata-kata: paling banyak, tidak lebih dari, dan seterusnya) atau jika fungsi targetnya menggunakan tanda \leq , maka fungsi tujuannya adalah meminimumkan kelebihan dari target atau variabel *surplus* s_i^+ yang merupakan variabel penyimpangan diatas target.

Jenis *goal* yang ketiga (biasanya pernyataan targetnya dinyatakan dengan kata-kata: kalau bisa tidak lebih dan tidak kurang), atau jika fungsi targetnya menggunakan tanda $=$, maka fungsi tujuannya adalah meminimumkan kelebihan dan kekurangan dari target atau jumlah variabel penyimpangan $s_i^- + s_i^+$.

Karena *goal programming* merupakan perluasan dari model program linier, maka seluruh asumsi, notasi, formulasi model matematis, prosedur perumusan model, dan metode penyelesaiannya tidak berbeda dengan model program linier.

Formulasi model *goal programming* adalah sebagai berikut:

$$\text{Minimasi } Z = \sum_{i=1}^m P_i (s_i^- + s_i^+) \quad (2.19)$$

dengan kendala :

$$f_i(x_j) + s_i^- - s_i^+ = f_i \quad ; i = 1, 2, 3, \dots, m \quad (2.20)$$

$$\begin{aligned} &\leq \\ g_k(x_j) &\geq b_k \quad ; k = 1, 2, 3, \dots, K \quad (2.21) \\ &= \end{aligned}$$

$$x_j \geq 0 \quad ; j = 1, 2, 3, \dots, n \quad (2.22)$$

$$s_i^- \text{ dan } s_i^+ \geq 0 \quad (2.23)$$

Dimana:

x_j = variabel keputusan

n = banyaknya variabel keputusan

$f_i(x_j)$ = fungsi target atau *goal*

f_i = batas atas atau batas bawah target atau *goal*

s_i^- = variabel deviasi yang menunjukkan penyimpangan dibawah target

s_i^+ = variabel deviasi yang menunjukkan penyimpangan diatas target

m = banyaknya target atau *goal*

- $g_k(x_j)$ = fungsi kendala dalam model
 b_k = ruas kanan fungsi kendala
 K = banyaknya fungsi kendala dalam model
 Z = fungsi tujuan dari *goal programming*
 P_i = bobot prioritas untuk masing-masing target atau *goal*, semakin besar nilai bobot, urutan prioritas target semakin penting. Jika P_i sama untuk semua target maka masing-masing goal mempunyai tingkat prioritas kepentingan yang sama untuk dicapai, sehingga tidak ada prioritas target yang harus dicapai lebih dahulu.

Karena nilai minimum s_i^+ dan s_i^- adalah nol, maka akan terpenuhi bila :

1. $s_i^+ = s_i^- = 0$;

Sehingga $\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_j = b_i$; berarti sasaran tercapai

2. $s_i^- > 0$, dan $s_i^+ = 0$

Sehingga $\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_j = b_i - s_i^-$; berarti sasaran tidak tercapai karena

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_j < b_i$$

3. $s_i^- = 0$, dan $s_i^+ > 0$

Sehingga $\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_j = b_i + s_i^+$; berarti sasaran akan terlampaui karena

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} \cdot X_j > b_i$$

Dimana:

$$i = 1, 2, \dots, m$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

Dengan demikian jelas bahwa kondisi dimana $s_i^- > 0$, dan $s_i^+ > 0$ pada sebuah kendala sasaran tidak mungkin terjadi.

2.7. Perencanaan Pelabuhan Perikanan

Menurut (The IAPH Guidelines 2001), faktor-faktor yang harus dipertimbangkan dalam perencanaan pelabuhan antara lain: 1) Kebutuhan akan ruang dan lahan, 2) Perkembangan ekonomi daerah *hinterland* pelabuhan, 3)

Perkembangan industri yang terkait dengan pelabuhan, 4) Arus dan komposisi barang yang ada dan diharapkan, 5) Tipe dan ukuran kapal, 6) Jaringan transportasi darat dan laut dengan *hinterland*, 7) Akses dari dan menuju laut, 8) Potensi pengembangan, 9) Aspek hidrolika dan nautika, 10) Keamanan/keselamatan dan dampak lingkungan, 11) Analisis ekonomi dan finansial, 12) Struktur dan fasilitas yang sudah ada.

(FAO 2010) menjelaskan bahwa perencanaan pelabuhan perikanan harus mempertimbangkan hal-hal sebagai berikut:

1. Pertimbangan fungsi dari pelabuhan perikanan
Perlunya mempertimbangkan bagaimana pelabuhan perikanan dapat berfungsi untuk pengembangan perikanan baik dari sudut pandang geografi dan sosial.
2. Pertimbangan pengaturan secara menyeluruh dari sudut pandang kegunaan pelabuhan perikanan
Agar penggunaan pelabuhan perikanan secara keseluruhan lebih rasional, pengaturan secara menyeluruh diperlukan baik pada areal air darat, maupun pada lay-out fasilitas fungsionalnya.
3. Pertimbangan biaya dan kesesuaian konstruksi, pemeliharaan, dan manajemen fasilitas perikanan.
Perlunya menentukan skala dan lay-out fasilitas juga keuntungan yang dapat dicapai dengan biaya konstruksi minimum, pemeliharaan dan manajemen fasilitas perikanan yang lebih mudah.
4. Pertimbangan kondisi perikanan
Pertimbangan kondisi perikanan sangat dibutuhkan seperti banyaknya kapal ikan yang akan menggunakan pelabuhan, jumlah tangkapan yang didaratkan, jenis-jenis ikan yang ditangkap, dan lain-lain. Perlu juga dipertimbangkan perubahan kondisi perikanan untuk masa yang akan datang seperti perubahan produksi tangkapan, ukuran dan besarnya tonase kapal ikan, dan perubahan jumlah nelayan.

2.7.1. Perencanaan Fasilitas Pelabuhan Perikanan

2.7.1.1. Dermaga

Menurut (Velsink 1993), panjang dermaga bongkar yang dibutuhkan dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut:

5. Jumlah kapal yang bertambat di pelabuhan
6. Panjang dermaga yang dibutuhkan oleh tiap kapal pada waktu menambat yang bergantung pada tatanan tambat
7. Waktu dimana kapal melakukan pembongkaran yang berkaitan dengan waktu istirahat dan penangkapan di laut (*fishing cycle periods*)
8. Pengaruh pada masa penangkapan dan periode puncak (operasi penangkapan dalam keadaan normal setiap kapal antara 150-240 hari per tahun)

Dermaga merupakan fasilitas pelabuhan yang digunakan untuk merapat dan menambatkan kapal yang melakukan berbagai kegiatan di pelabuhan, seperti membongkar muatan, maupun pengisian bahan bakar dan perbekalan. Dimensi dermaga didasarkan pada jumlah dan ukuran kapal yang bertambat tiap hari, dan jumlah dan waktu yang diperlukan untuk menurunkan ikan hasil tangkapan. Dermaga tersebut meliputi dermaga pendaratan ikan, dermaga perlengkapan, dan dermaga tunggu (Triatmodjo 2005).

a. Dermaga pendaratan ikan

Dermaga pendaratan ikan atau dermaga bongkar adalah dermaga yang digunakan untuk membongkar hasil tangkapan ikan dari kapal. Keberadaan dermaga bongkar harus mampu mendukung pelaksanaan bongkar ikan secepat mungkin dengan jarak angkut dari kapal ke tempat pelelangan ikan sependek mungkin, karena ini bertujuan untuk menjaga mutu ikan yang didaratkan, dan agar ikan dapat terjual secepat mungkin (Triatmodjo 2005).

(Velsink 1993) juga mengatakan bahwa terdapat 3 jenis tatanan yang dapat digunakan untuk proses bongkar muat, yaitu:

1. Bertambat memanjang dengan marjinal (*parallel berthing*).
2. Bertambat memanjang dermaga gigi gergaji (*oblique berthing*).
3. Bertambat tegak lurus dermaga buritan/haluan (*perpendicular berthing*).

Perhitungan panjang dermaga pendaratan ikan menurut (Triatmodjo 2005) adalah sebagai berikut:

$$L_b = \frac{N}{\gamma} (L_{OA} + 0,15L_{OA}) \quad (2.24)$$

Dimana:

L_b = Panjang dermaga bongkar (meter)

N = Jumlah kapal yang akan berlabuh dalam satu hari (unit)

γ = perbandingan antara waktu operasional pelabuhan dan waktu bongkar

L_{OA} = panjang kapal (meter)

Jumlah kapal yang berlabuh dalam satu hari ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$N = \frac{X.E}{ARTT} \quad (2.25)$$

Dimana :

N = Jumlah kapal yang berlabuh tiap hari (unit)

X = Jumlah kapal pada pelabuhan (unit)

E = Jumlah upaya penangkapan (trip)

$ARTT$ = *Annual Round Trip Time* adalah jumlah hari operasi penangkapan (operasional kapal) dalam satu tahun

b. Dermaga perlengkapan

Dermaga perlengkapan adalah dermaga yang digunakan terutama untuk pengisian bahan bakar dan pemuatan perbekalan untuk melaut, seperti air bersih, bahan makanan, dan sebagainya.

Perhitungan panjang dermaga perlengkapan menurut (Triatmodjo 2005) adalah sebagai berikut:

$$L_p = \frac{N'}{\gamma'} (L_{OA} + 0,15L_{OA}) \quad (2.26)$$

Dimana:

L_p = Panjang dermaga perlengkapan (meter)

N = Jumlah kapal yang berlabuh tiap hari (unit)

γ' = jumlah rotasi dari tambatan

$$= \frac{\text{waktu operasional dermaga}}{\text{waktu pelayanan tiap kapal}}$$

L_{OA} = panjang kapal (meter)

c. Dermaga istirahat

Dermaga istirahat merupakan tempat dimana kapal bersandar untuk istirahat. Di areal ini juga biasanya kapal melakukan perawatan rutin dan perbaikan ringan (Velsink 1993). Mengingat kapal yang bertambat di dermaga cukup banyak, maka untuk efisiensi penempatan kapal di dermaga dilakukan dengan cara tatanan tegak lurus (*perpendicular berthing*).

Persamaan untuk menentukan panjang dermaga istirahat menurut (Triatmodjo 2005) adalah sebagai berikut:

$$L_t = N(B + 0,5B) \quad (2.27)$$

Dimana:

L_t = panjang dermaga tambat (meter)

N = jumlah kapal ikan yang ditambatkan per hari (unit)

B = lebar kapal (meter)

2.7.1.2. Tempat Pelelangan Ikan (TPI)

Tempat Pelelangan Ikan (TPI) merupakan tempat pertemuan antara penjual (nelayan) dengan pembeli (konsumen, pedagang, atau agen pabrik pengolahan ikan). Tempat Pelelangan Ikan ditempatkan sedekat mungkin dengan dermaga bongkar. Luas TPI tergantung pada produksi ikan yang dihasilkan per hari yang dapat dihitung dengan mengikuti model persamaan (Triatmodjo 2005) sebagai berikut:

$$S = \frac{N}{R\alpha P} \quad (2.28)$$

Dimana :

S = luas tempat pelelangan ikan (m^2)

N = banyaknya ikan yang dihasilkan (kg/hari)

P = berat ikan hasil tangkapan yang ditangani per satuan luas (kg/m^2)

R = jumlah pelelangan yang terjadi dalam satu hari

α = rasio dari luasan yang dipakai untuk tempat ikan dengan total luas TPI

Dengan ketentuan adalah sebagai berikut : Untuk TPI kapal-kapal besar, nilai-nilai dari parameter tersebut adalah $R = 2$; $P = 80kg/m^2$; $\alpha = 0.30$. Sedangkan untuk TPI kapal kecil $R = 2$; $P = 170 kg/m^2$; dan $\alpha = 0.30$) (FAO 2010).

2.7.1.3. Cold Storage

Cold storage adalah ruangan atau kamar untuk menyimpan produk baru atau untuk mempertahankan suhu produk beku yang telah dibekukan sebelumnya. Suhu cold storage dianggap baik jika suhu berkisar antara -20°C sampai -30°C . Suhu penyimpanan yang paling baik adalah -18°C sampai -20°C . Untuk penyimpanan jangka lama suhunya -20°C sampai -30°C , sedangkan waktu pengangkutan cukup disimpan dalam suhu -20°C sampai -25°C . Pada dasarnya, penyimpanan suatu bahan makanan dalam suhu yang rendah dapat memperpanjang daya simpan bahan makanan tersebut, serta memungkinkan diadakannya saat pemasaran yang lebih menguntungkan. Sering juga dalam penggunaan suhu rendah diartikan sebagai suatu usaha penyimpanan dan bukan sebagai suatu usaha pengawetan. Kondisi *cold storage* diatur sejauh mungkin sama dengan kondisi pembekuan, terutama suhunya, perbedaan suhu antara suhu pada waktu pembekuan dan pada penyimpanan akan menyebabkan perubahan mutu dari ikan. Jika suhu *cold storage* lebih tinggi daripada suhu pada saat pembekuan, maka akan terjadi pelelehan sebagian air yang sudah membeku. Hal ini akan mengakibatkan daya tahan penyimpanan (*self live*) ikan beku akan berkurang. Jika suhu *cold storage* lebih rendah daripada suhu pada saat pembekuan, hal ini secara ekonomis tidak menguntungkan. Suhu yang tidak tetap, selalu terjadi kenaikan dan penurunan (fluktuasi), juga bukan merupakan kondisi yang baik untuk *cold storage* (Ilyas 1993).

Kemudian (Ilyas 1993) juga mengemukakan bahwa penetapan jumlah volume produk yang akan disimpan beku dalam palka, perlu memperhatikan jenis ikan, tipe pengepakan, dan lain-lain. Densitas produk sangat berbeda antara cakalang dan tuna utuh beku dibandingkan dengan kembung atau udang beku dalam bentuk blok. Kapasitas palka beku untuk ikan utuh tunggal berukuran besar adalah 2,2 sampai 2,6 m^3/ton . Kapasitas penyimpanan berdasarkan berat produk yang dapat disimpan, tergantung pada kepadatan (berat jenis) produk dan cara penumpukannya.

Pada umumnya, pendefinisian dalam aspek volume ruangan lebih banyak diterima, tetapi ada beberapa cara dalam menyatakan volume *cold storage*, yaitu sebagai berikut:

1. Volume kotor (*gross volume*), yaitu volume ruang penyimpanan yang didinginkan.
2. Volume bersih (*net volume*), yaitu volume ruang yang berpotensi untuk dapat dimanfaatkan untuk menyimpan produk, yaitu volume kotor dikurangi ruang yang ditempati *cooler*, struktur bangunan, lorong dan peralatan yang permanen di dalam ruang penyimpanan.
3. Volume efektif, yaitu volume ruang yang secara nyata dapat dimanfaatkan untuk menyimpan produk dengan memperhitungkan lorong, peralatan, penumpukan, kepadatan kotor dari tiap produk, hubungan antara ukuran pak dan ukuran palet, serta ukuran dari ruang yang ada (Ilyas 1993).

Perbandingan kebutuhan luas area untuk *cold storage* adalah berkisar antara 0,5 m² -1,5 m² per ton ikan yang disimpan (FAO 2010).

Menurut (Johnson, et al. 1994), untuk kapasitas *cold storage* 1.000 m³ dengan suhu hingga -30°C memerlukan kapasitas refrigerasi sebesar 30.000 kkal/jam dengan daya yang dibutuhkan adalah sebesar 22,6 kW yang terdiri dari:

4. *Compressor* : 20 kW
5. *Condenser pump and fan* : 0,6 kW
6. *Door and underfloor heating* : 0,5 kW
7. *Mechanical handling equipment* : 1,5 kW

2.7.1.4. Tangki Bahan Bakar (*bunker*)

Volume bahan bakar meningkat dengan kenaikan suhu sedangkan bobotnya tetap sama. Untuk alasan ini, bahan bakar selalu dipesan dan diukur dalam berat dan bukan dengan volume. Juga semua penghitungan energi dan efisiensi bahan bakar di kapal dihitung dari segi massa bahan bakar dan bukan volumenya. Formula dasar yang digunakan untuk menghitung jumlah bahan bakar dalam berat adalah:

$$\text{Massa} = \text{volume} \times \text{densitas} \quad (2.29)$$

Perlu dicatat bahwa dalam rumus di atas, kepadatan dan volume bahan bakar harus diketahui pada suhu yang sama. Kepadatan bahan bakar minyak dalam kg/m³ pada suhu referensi standar 15°C (Gard AS 2014).

Menurut (FAO 2010), tangki bahan bakar harus ditempatkan di tempat yang kokoh dan berstruktur kuat. Tangki bahan bakar terbuat dari baja dan ditempatkan di atas permukaan tanah. Tangki bahan bakar dibuat dengan tambahan margin 10% dari kapasitas maksimum dengan tujuan untukantisipasi kebocoran pada saat pengisian, cadangan jika terjadi hal-hal yang tidak diinginkan, atau kehilangan massa akibat penguapan. Untuk kapasitas harian 270 m³/hari, luas area yang dibutuhkan adalah 15 m x 15 m.

2.7.1.5. Tangki Air Bersih

Setiap pelabuhan perikanan membutuhkan air bersih untuk berbagai keperluan. (FAO 2010) mensyaratkan bahwa untuk menentukan jumlah kebutuhan air bersih yang digunakan oleh pelabuhan perikanan, maka perlu ditelaah data-data statistik yang meliputi:

- Jumlah ikan yang didaratkan, dalam satuan kilogram atau ton
- Jumlah, ukuran, dan tipe kapal yang memanfaatkan fasilitas pelabuhan tersebut.
- Jumlah pekerja pelabuhan
- Jumlah permintaan untuk kebutuhan sekunder lainnya, seperti pendinginan mesin-mesin, kantin/tempat makan, toilet umum, dsb.

(FAO 2010) merilis daftar kebutuhan air per hari seperti diperlihatkan oleh Tabel 2-4.

Tabel 2-4. Kebutuhan air harian di pelabuhan perikanan

Activity	Quantity of water required
Fish rinsing	1 litre per kg of fish landed every day
Auction hall hose down	10 litres per square metre of covered area
Fish box washing	10 litres per fish box
Personal hygiene	100 litres per person (including crews, unloaders, port staff)
Canteen	15 litres per person
Vessel bunkering	Dependent on type of vessels
Ice	Peak daily requirement – sales records

(Sumber: *Fishery Harbour Planning and Management*, FAO, 2010)

Jika ketersediaan air tawar terbatas, maka untuk keperluan-keperluan tertentu diperbolehkan diganti dengan menggunakan air laut yang bersih. (FAO 2010) merilis daftar kegiatan atau kebutuhan yang bisa menggunakan air laut jika ketersediaan air bersih tidak ada atau tidak mencukupi seperti diperlihatkan oleh Tabel 2-5.

Tabel 2-5. Daftar aktivitas yang bisa menggunakan air laut

Activity	Freshwater	Raw seawater
Fish rinsing	Yes	Yes
Auction hall hose down	Yes	Yes
Fish box washing	Yes	Yes
Personal hygiene	Yes	No
Canteen	Yes	No
Vessel bunkering	Yes	No
Ice	Yes	Not recommended

(Sumber: *Fishery Harbour Planning and Management*, FAO, 2010)

Air tawar bersih dapat diperoleh dari instalasi jaringan air bersih yang tersedia, sumur bor, atau dari sistem tadah hujan. Dalam kondisi yang ekstrim, air bersih dapat diperoleh dari penggunaan teknologi desalinasi air laut. Sedangkan air laut bersih dapat diperoleh dari daerah pantai yang airnya bersih (FAO 2010).

Teknologi desalinasi air laut yang sering digunakan saat ini adalah teknologi *reverse osmosis* (RO). Pada *reverse osmosis*, air laut dipompa dengan tekanan tinggi melewati suatu membran yang memisahkan garam dan air. Tekanan air yang digunakan akan mempengaruhi penggunaan mesin yang digunakan dan jumlah air yang diproduksi per hari. Tabel 2-6 menunjukkan karakteristik sistem *Reverse Osmosis* (RO).

Tabel 2-6. Karakteristik sistem Reverse Osmosis, ukuran mesin, dan jumlah produksi air per hari

Feedwater	Operating pressure (bar)	Power requirement (kW)	Water production (cubic metres per day)
Brackish	45	5.0	12.50
Brackish	45	5.5	25.10
Brackish	45	5.8	37.60
Brackish	45	6.8	50.10
Brackish	45	11.0	100.20
Seawater	56	9.8	17.10
Seawater	56	18.2	45.60
Seawater	56	37.1	91.20
Seawater	56	59.5	136.80

(Sumber: *Fishery Harbour Planning and Management*, FAO, 2010)

Sedangkan untuk struktur bangunan penyimpanan air, (FAO 2010) memberi saran seperti ditunjukkan oleh Tabel 2-7.

Tabel 2-7. Rekomendasi tempat penyimpanan air

Stored capacity	Recommended structure
Up to 5 cubic metres	Interconnected 1 cubic metre plastic drums, sometimes used as header tanks, gravity feed, suitable for artisanal landings
Up to 10 cubic metres	Low-density polyethylene tanks, gravity feed or pumped feed
Up to 100 cubic metres	Reinforced concrete water tower or steel modular tanks, gravity feed
Over 100 cubic metres	Above or below ground reinforced concrete reservoirs

(Sumber: *Fishery Harbour Planning and Management*, FAO, 2010)

2.7.1.6. Gudang Es / Ice Storage

Gudang es atau *ice storage* diperlukan agar kontinuitas produksi tidak terganggu akibat daya serap pasar kurang. Pada musim ikan, kebutuhan es cukup tinggi namun sebaliknya jika tidak musim ikan, pada saat itulah diperlukan gudang untuk menyimpan es. *Ice storage* dirancang dengan suhu ruangan -5°C sehingga perlu dilengkapi dengan unit pendingin (*refrigeration unit*) agar es tidak mencair. Pabrik es adalah suatu unit produksi untuk membuat dan menghasilkan es dalam bentuk es balok maupun *flake ice* sebagai bahan pembantu untuk mendinginkan hasil perikanan dalam rangka mempertahankan mutu ikan (Direktorat Pengolahan Hasil 2008).

Tabel 2-8 adalah rekomendasi (FAO 2010) mengenai jumlah es yang dibutuhkan oleh setiap aktivitas di pelabuhan.

Tabel 2-8. Kebutuhan es pada setiap aktivitas di pelabuhan perikanan

Activity	Quantity required
On-board, trip greater than 1 week	1.0 tonne of ice per 2 tonnes of fish (temperate waters)
On-board, trip less than 1 week	0.7 tonne of ice per 2 tonnes of fish (temperate waters)
On-board, short duration	1.0 tonne of ice per 1 tonne of fish (tropical waters)
Auction hall, repacking	1.0 tonne of ice per 1 tonne of fish (hot waters)

(Sumber: *Fishery Harbour Planning and Management*, FAO, 2010)

Sedangkan kebutuhan ruangan untuk penyimpanan es direkomendasikan oleh (FAO 2010) seperti ditunjukkan oleh Tabel 2-9.

Tabel 2-9. Parameter kebutuhan luas ruangan untuk ice storage

Type of ice	Floor space m ² /tonne
Flake ice	2.2–2.3
Tube ice	1.6–2.0
Crushed blocks	1.4–1.5
Plate ice	1.7–1.8

(Sumber: *Fishery Harbour Planning and Management*, FAO, 2010)

Pada setiap fasilitas penyediaan es akan dilengkapi juga dengan pabrik pembuatan es. Tabel 2-10 adalah rekomendasi (FAO 2010) mengenai parameter kebutuhan ruangan untuk pabrik es. Sedangkan Tabel 2-11 adalah rekomendasi (FAO 2010) mengenai konsumsi energi per ton produksi es.

Tabel 2-10. Kebutuhan ruangan untuk pabrik es

Type of ice plant	Output (tonne/24 hours)	Floor space (m ²)	Height (m)
Block ice	50	190.0	5.0
Rapid ice block	50	30.0	3.5
Plate	50	15.0	1.8
Tube ice	50	3.3	6.6
Flake ice	50	2.7	3.7

(Sumber: *Fishery Harbour Planning and Management*, FAO, 2010)

Tabel 2-11. Konsumsi energi per ton produksi es

Type of ice	Energy consumption (kWh/tonne)	
	Temperate climate	Tropical climate
Flake ice	50–60	75–85
Tube ice	40–50	55–70
Block ice	40–50	55–70

(Sumber: *Fishery Harbour Planning and Management*, FAO, 2010)

Block ice adalah es berbentuk balok dengan berat maksimum 150 kg. *Rapid block ice* adalah es balok yang pada umumnya memiliki berat 25 kg, dan 50 kg, serta dibuat dengan proses yang lebih cepat. *Flake ice* merupakan pecahan-pecahan es dengan ketebalan antara 2 mm- 3 mm. *Tube ice* adalah es berbentuk silinder berukuran 50 mm dengan ketebalan antara 10 mm hingga 12 mm. *Plate ice* adalah es yang berbentuk lembaran-lembaran yang memiliki tebal 10 mm hingga 12 mm (FAO 2010).

2.7.1.7. Fasilitas Penunjang

Fasilitas penunjang adalah fasilitas yang secara tidak langsung akan meningkatkan peranan pelabuhan perikanan sehingga pengguna mendapatkan kenyamanan dalam melakukan kegiatan di pelabuhan perikanan. Fasilitas penunjang terdiri dari fasilitas kesejahteraan (MCK, poliklinik, kantin, mushola) dan fasilitas administratif (kantor pengelola pelabuhan, kantor bea cukai) (Lubis 2012). Kebutuhan ruang kantor atau ruang peralatan lainnya adalah 4 m² per ton per pelelangan (FAO 2010).

2.7.2. Konsep Pelabuhan Perikanan Terapung

Pembangunan pelabuhan perikanan seperti halnya pembangunan pelabuhan yang lain membutuhkan investasi yang sangat besar. Perlu ada pertimbangan yang mendasar dalam menentukan besaran pengembangan kapasitas suatu pelabuhan perikanan. Jika pertimbangan mendasar dalam pengembangan suatu pelabuhan umum atau pelabuhan penumpang adalah berdasarkan proyeksi potensi pasar jasa pelabuhan dan potensi penumpang, maka pertimbangan mendasar dalam pengembangan pelabuhan perikanan adalah berdasarkan potensi sumberdaya perikanan di wilayah pengelolaan pelabuhan perikanan tersebut. (FAO 2010) menjelaskan bahwa dalam rangka merencanakan dan mendesain suatu pelabuhan perikanan, maka perencana pelabuhan perikanan harus :

1. Memahami tipe sumberdaya perikanan serta jumlah tangkapan potensial yang dapat diekstraksi.
2. Memiliki kemampuan menganalisa data terkait dengan jumlah ikan yang didaratkan jumlah armada penangkapan, serta aktifitas industri perikanan.
3. Memiliki pengetahuan mengenai penentuan ukuran, komposisi, dan *performance* armada penangkapan ikan.

Lebih lanjut (FAO 2010) mengatakan bahwa kegagalan dalam memahami ketiga hal tersebut diatas akan menghasilkan fasilitas pelabuhan yang bisa terlalu besar atau terlalu kecil jika dibandingkan dengan sumberdaya ikan yang tersedia. Fasilitas pelabuhan perikanan yang terlalu besar akan mengakibatkan kegagalan finansial ataupun pemborosan anggaran pembangunan, sedangkan fasilitas pelabuhan yang terlalu kecil akan menyebabkan inefisiensi dalam pengelolaan armada penangkapan ikan.

(Baird dan Rother 2013) melakukan evaluasi dari sisi teknis dan ekonomis mengenai penggunaan terminal terapung untuk melayani bongkar muat kapal-kapal niaga. Menurut (Baird dan Rother 2013) ide terminal terapung muncul sebagai jawaban atas semakin besarnya kapal-kapal pengangkut barang sehingga tidak dapat lagi memasuki pelabuhan yang ada di daratan karena terkendala oleh kedalaman perairan. Dari sisi teknis, hasil dari evaluasi tersebut adalah bahwa hal-hal yang harus menjadi bahan pertimbangan dalam pembangunan terminal terapung adalah :

1. Ukuran ruang penyimpanan muatan dan sarat bangunan terapung tersebut.
2. Jumlah, sistem dan ukuran *crane* untuk memfasilitasi bongkar muat kontainer.
3. Ukuran kapal yang akan dilayani.

Dari sisi evaluasi ekonomi, hal-hal yang harus dipertimbangkan adalah biaya, arus lalu lintas bongkar muat, pendapatan, dan *capital cost*. Dari segi biaya, adanya terminal terapung harus sedapat mungkin dapat mengurangi biaya-biaya yang biasanya timbul pada saat aktivitas bongkar muat. Terminal terapung harus dapat meningkatkan arus lalu lintas bongkar muat di masa depan, yang nantinya akan berimbas kepada peningkatan pendapatan. Dari sisi manfaat, terminal terapung harus dapat memberikan manfaat dan peningkatan nilai tambah yang tinggi daripada pelabuhan daratan.

Pelabuhan terapung adalah solusi terbaik di wilayah dimana hanya tersedia akses transportasi melalui jalur perairan. Ketika pasang surut berubah-ubah secara signifikan, dok terapung memiliki keunggulan dibandingkan dok permanen dimana dok tersebut dapat bergerak naik turun mengikuti ketinggian kapal akan tetapi tidak mengganggu kegiatan bongkar muat. Komponen-komponen dalam pelabuhan terapung dapat dibuat di daratan dan kemudian setelah itu diapungkan ke lokasi penempatan pelabuhan terapung. Seperti pelabuhan konvensional, pelabuhan terapung juga:

1. Tersedia perlengkapan keselamatan pelayaran (tanda-tanda keselamatan, penjangkaran, pemanduan, dan penondaan).
2. Menyediakan tempat untuk labuh jangkar bagi kapal-kapal yang datang.
3. Menyediakan perlengkapan untuk bongkar muat dan pergudangan
4. Menyediakan pasokan kebutuhan kapal seperti bahan bakar, air, dan kebutuhan lainnya. (Tsinker 1986).

2.8. Very Large Floating Structure (VLFS)

2.8.1. Bentuk Bangunan Very Large Floating Structure (VLFS)

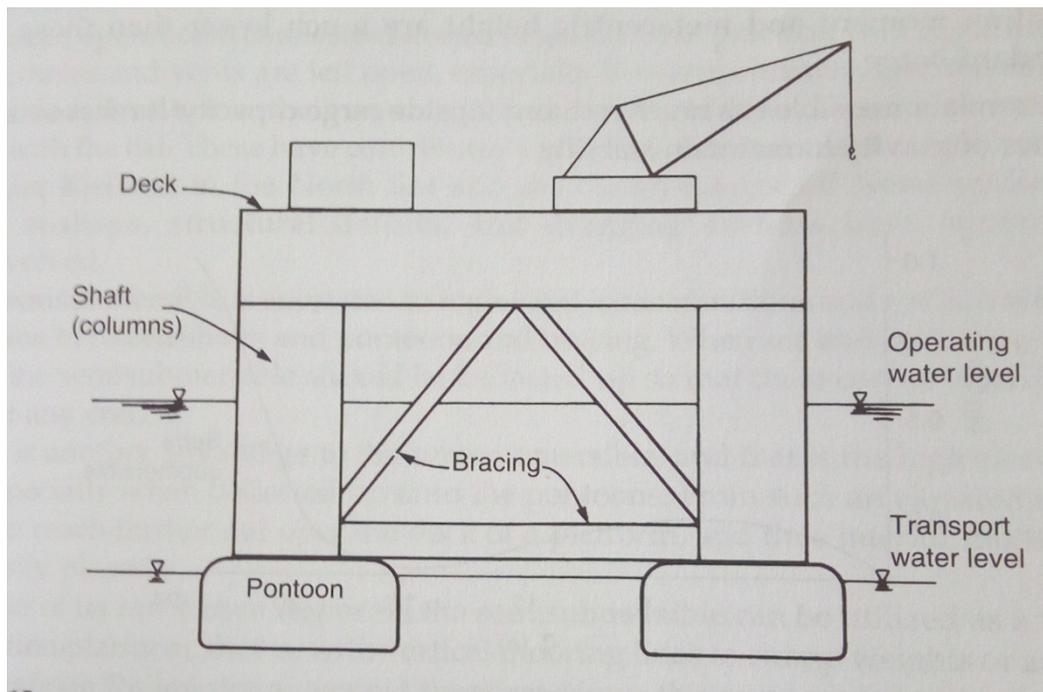
Very Large Floating Structure (VLFS) saat ini banyak digunakan untuk berbagai macam tujuan, seperti pelabuhan udara terapung, agrikultur, fasilitas penyimpanan, dermaga terapung, dan sebagainya. Struktur bangunan ini terutama

digunakan di area dimana lahan daratan yang dibutuhkan sangat kurang. Terdapat dua tipe VLFS yang digunakan untuk membuat suatu bangunan terapung berdasarkan pertimbangan pengaruh gelombang, yaitu ponton dan *semi-submersible unit* (Ma, Hirayama dan Ishikawa 2001).

Menurut (Biro Klasifikasi Indonesia 2014), ponton didefinisikan sebagai bangunan terapung baik berawak maupun tak berawak, biasanya tidak memiliki propulsi dan didesain untuk membawa muatan atau peralatan kerja (contoh rams, *lifting equipment*, dsb) diatas dek dan tidak memiliki palka untuk menyimpan muatan (cargo). Ponton berbeda dengan *barge* yang didefinisikan sebagai bangunan terapung baik berawak maupun tak berawak, biasanya tidak memiliki propulsi dan memiliki palka untuk mengangkut muatan cair atau kering. Selanjutnya (Biro Klasifikasi Indonesia 2014) juga menjelaskan bahwa rasio dimensi utama barge adalah sama halnya seperti rasio dimensi kapal pada umumnya, sedangkan rasio dimensi ponton sangat berbeda dengan rasio dimensi kapal pada umumnya.

(Shin, et al. 2001) dalam meneliti pelabuhan udara terapung menjelaskan bahwa ukuran panjang dan lebar dari struktur VLFS tergantung dari ukuran pesawat terbang dan fasilitas-fasilitas yang akan disediakan. Sedangkan kedalamannya tergantung dari hidroelastis seperti respon vertikal dan *buoyancy*. *Technical Research Association of Mega-Float in Japan* dalam (Chung, et al. 2001), membuat prototipe ponton untuk *mega-float* structure dengan ukuran $L \times B \times D = 1.200 \text{ m} \times 240 \text{ m} \times 4,5 \text{ m}$.

Ponton dan *barge*, baik yang digunakan untuk memuat barang ataupun sebagai pondasi *crane* atau perlengkapan lainnya memiliki stabilitas dan *load displacement* yang baik, akan tetapi kurang mampu dalam mengatasi gelombang air laut. Untuk mengatasi hal tersebut maka dibuatlah suatu bangunan terapung yang disebut *semi-submersible*. Konsep bangunan *semi-submersible* sangatlah sederhana, dimana ponton-ponton yang merupakan fondasi dari struktur bangunan atasnya ditenggelamkan. Pada ponton-ponton tersebut terpasang tiang yang melewati permukaan air laut, dimana tiang-tiang tersebut merupakan pondasi untuk struktur dek dimana peralatan-peralatan ditempatkan (Ben C. Gerwick 2007). Konsep bangunan *semi-submersible* disajikan dalam Gambar 2-5.



Gambar 2-5. Konsep *semi-submersible*. Sumber: (Ben C. Gerwick 2007)

2.8.2. Konsep VLFS Untuk Perikanan

Ada terdapat beberapa desain konseptual VLFS untuk perikanan, salah satunya adalah desain konseptual *vessel-shaped fish farm* yang diajukan oleh Nordalk AS dan *floating fish cage* dari AKVA Group sebagaimana dikutip (Hoiland 2017). *Vessel-shaped fish farm* merupakan tempat budidaya ikan yang diletakkan di tengah laut, berbentuk kapal dan di desain sebagai alternatif dalam rangka meningkatkan ketahanan pangan perikanan serta mengurangi efek kerusakan lingkungan. Gambar 2-6 dan Gambar 2-7 adalah beberapa konsep desain *Vessel-shaped fish farm*.



Gambar 2-6. Desain konseptual *vessel-shaped fish farm*. Sumber: (Hoiland 2017)



Gambar 2-7. Desain konseptual *floating fish cage* Sumber: (Hoiland 2017)

2.9. Satuan dan Ukuran-ukuran Kapal

a. Pengertian ukuran kapal

Kapal ialah sebuah benda terapung yang digunakan untuk sarana transportasi dan pengangkutan diatas air, baik berupa barang, penumpang, hewan dan lain-lain. Karena fungsinya inilah maka besar kecilnya sebuah kapal tidak saja dinyatakan dalam ukuran-ukuran memanjang atau membujur, melebar atau melintang dan tegak saja, tetapi juga dinyatakan dan dilengkapi pula dengan ukuran-ukuran isi maupun berat. Dengan kata lain, besarnya sebuah kapal tidak saja dinyatakan seperti apa yang kita lihat dalam ukuran fisiknya, tetapi juga dari kemampuan kapal tersebut mengangkut muatan. (Habiyudin 2010).

Ukuran-ukuran pokok sebuah kapal terdiri dari :

1. Ukuran membujur/memanjang (longitudinal)
2. Ukuran melintang/melebar (transversal)
3. Ukuran tegak/tinggi (vertical)

Panjang (length) : ialah jarak membujur sebuah kapal dalam meter pada sarat muat musim panas yang dihitung dari bagian depan linggi haluan sampai sisi belakang poros kemudi atau tengah-tengah cagak kemudi pada kapal yang tidak memiliki poros kemudi. Panjang ini tidak kurang dari 96% dan tak lebih dari 97% panjang pada sarat musim panas maksimum dan merupakan panjang yang ditentukan oleh biro klasifikasi dimana kapal tersebut dikeluarkan.

Lebar (breadth) : ialah lebar kulit kapal bagian dalam terbesar yang diukur dari bagian sebelah dalam kulit kapal. Lebar ini juga merupakan lebar menurut ketentuan biro klasifikasi dimana kapal tersebut dikelaskan.

Dalam (depth) : ialah jarak tegak yang dinyatakan dalam meter pada pertengahan panjang kapal diukur dari bagian atas lunas sampai bagian atas balok geladak dari geladak jalan terus teratas.

Sarat (draft) kapal Adalah jarak tegak yang diukur dari titik terendah badan kapal (lunas) sampai garis air. Jarak ini sering diistilahkan dengan sarat dalam (moulded draft).

b. Gross Tonnage (GT)

Gross Tonnage (GT) merupakan volume ruangan tertutup didalam kapal. Nilai GT tertera di dalam sertifikat kapal itu, isi kotor merupakan jumlah dari :

- Isi ruangan dibawah geladak ukur dan geladak tonnase atau yang sering kita sebut sebagai geladak jalan terus yang paling atas (*upper most continuously deck*)
- Isi ruangan/tempat-tempat antara geladak kedua dan geladak atas
- Isi ruangan-ruangan yang tertutup secara permanent pada geladak atas atau geladak diatasnya.
- Isi dari ambang palka ($\frac{1}{2}$ % dari BRT kapal)

Isi kotor (GRT atau BRT) merupakan isi dari sebuah kapal dikurangi dengan isi sejumlah ruangan tertentu yang berfungsi sebagai ruangan untuk keamanan kapal. Ruangan- ruangan itu disebut sebagai ruangan yang dikecualikan (*excepted spaces*) atau ruangan-ruangan yang dikurangi (*deducted spaces*). Dengan kata lain isi kotor sebuah kapal dapat diartikan sebagai isi sebuah kapal dikurangi dengan ruangan-ruangan yang dikecualikan, seperti dasar berganda (*double bottom*), tangki ceruk depan (*fore peak tank*), tangki ceruk belakang (*after peak tank*), deck shellter (*shellter deck*), dapur (*galley*), anjungan (kamar kemudi) atau *bridge*, kantor nakhoda (*master's office*), ruang kosong diatas kamar mesin, dll. Isi kotor biasanya diberikan dalam kaki kubik. Untuk mendapatkan tonnasenya maka jumlah tersebut dibagi dengan 100. Dengan kata lain 1(satu) Register ton = 100 kaki kubik atau 2,83 meter kubik (Habiyudin 2010).

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 6 Tahun 2005, perhitungan tonase kotor (GT) kapal adalah sebagai berikut:

Untuk pengukuran dalam negeri, yaitu pengukuran untuk kapal-kapal yang panjangnya kurang dari 24 (dua puluh empat) meter, isi ruangan di bawah geladak atas (geladak ukur) adalah perkalian majemuk dari panjang, lebar dan dalam, dikalikan suatu faktor.

$$V_b = P \times L \times D \times f \quad (2.30)$$

Dimana :

V_b = isi ruangan di bawah geladak

P = panjang kapal, adalah jarak mendatar dari belakang kapal tinggi buritan yang diukur pada tingkatan geladak atas atau bagian sebelah atas dari rambat tetap.

L = lebar kapal, adalah jarak mendatar diukur antara kedua sisi luar kulit lambung kapal pada tempat yang terbesar, tidak termasuk pisang-pisang.

D = dalam kapal, jarak tegak lurus di tempat terbesar, diukur dari sisi bawah geladak dasar sampai sisi bawah geladak atau sampai pada ketinggian garis khayal melintang melalui sisi atas dari lambung tetap.

f = faktor, ditentukan menurut bentuk penampang melintang dan atau jenis kapal.

Untuk perhitungan Internasional yang diperuntukan untuk kapal-kapal yang memiliki panjang 24 (dua puluh empat) meter atau lebih, rumus yang digunakan adalah:

$$GT = K_1 \times V \quad (2.31)$$

Dimana:

$$K_1 = 0.2 + 0.02 \log V$$

V = Jumlah ruangan dibawah geladak atas (geladak ukur) dan isi ruangan-ruangan diatas geladak atas yang tertutup sempurna yang berukuran tidak kurang dari 1 m³.

Volume atau kapasitas ruang muatan sangat tergantung dari jenis barang yang diangkut. Dengan kata lain, tergantung dari volume spesifik atau *stowage factor* barang yang diangkut. Volume spesifik adalah besarnya ruangan dalam m³ yang diperlukan untuk menyimpan suatu jenis barang tertentu seberat 1 metrik ton. Rumus *stowage factor* adalah :

$$S = \frac{1}{D} \quad (2.32)$$

Dimana :

S = volume spesifik atau *stowage factor* (m³/ton)

D = densitas muatan (kg/m³)

(Prado and Dremiere 1991) menyusun tabel nilai muatan produk ikan dalam beberapa bentuk perlakuan untuk menentukan kapasitas palka ikan seperti ditunjukkan oleh Tabel 2-12.

Tabel 2-12. Nilai muatan ikan dalam beberapa perlakuan

No	Bahan	Bentuk Perlakuan	Nilai muatan (kg/m ³)
1	es	curah	550
2	es	flake	420-480
3	ikan kecil (mis. Sardine)	tanpa es	800-900
4	ikan kecil (mis. Sardine)	di dalam wadah dengan es	650
5	ikan kecil (mis. Sardine)	dalam pendinginan air laut	700
6	Rata-rata ikan berukuran besar	di dalam wadah dengan es	500
7	Rata-rata ikan berukuran besar	dalam kotak dengan es	350
8	Rata-rata ikan berukuran besar	pembekuan	500
9	Rata-rata ikan berukuran besar	fillet segar atau beku	900-950
10	udang dengan ekor	beku dalam kotak	700-800
11	tuna	beku dalam wadah	600

(Prado and Dremiere 1991)

c. *Net tonnage* (NT)

Tonase bersih atau lebih dikenal sebagai *Net Tonnage* (NT) adalah perhitungan ruang dalam kapal untuk muatan cargo. Dinyatakan dalam ton yang merupakan representasi dari 100 kubik kaki yang setara dengan 2,83 m³. Dasar perhitungan tonase bersih adalah (IMO 1969) The International Convention on Tonnage Measurement of Ships, 1969. Untuk kapal dengan penumpang 12 orang atau kurang, tergantung kepada variabel berikut:

- V_c , adalah total volume cargo dalam meter kubik (m³), dan

- D, adalah jarak bagian atas lunas sampai bagian tepi bawah geladak dalam meter.
- d, adalah *draft* atau sarat dalam meter.

Langkah pertama dalam menghitung NT adalah menghitung nilai K_2 , yang tergantung kepada V_c . Yang diperoleh dengan menggunakan rumus berikut:

$$K_2 = 0,2 + 0,02 \log V_c \quad (2.33)$$

Selanjutnya dengan menggunakan ketiga variabel tersebut perhitungan NT diperoleh dari rumus :

$$NT = V_c \cdot K_2 \cdot \left(\frac{4d}{3D}\right)^2 \quad (2.34)$$

Untuk kapal dengan penumpang 13 orang atau lebih digunakan tambahan tiga variabel lain :

- GT, Tonase kotor kapal
- N_1 , jumlah penumpang di dalam kabin dengan tidak lebih dari 8 tempat.
- N_2 , jumlah penumpang lainnya,

Pertama sekali dihitung pengali K_3 atas dasar GT dengan menggunakan rumus berikut:

$$K_3 = \frac{1,25 (GT+10.000)}{10.000} \quad (2.35)$$

Selanjutnya dapat dihitung tonase bersih:

$$NT = V_c \cdot K_2 \cdot \left(\frac{4d}{3D}\right)^2 + K_3(N_1 + N_2) \quad (2.36)$$

Di mana faktor $\left(\frac{4d}{3D}\right)^2$ tidak boleh melebihi 1, sehingga $V_c \cdot K_2 \cdot \left(\frac{4d}{3D}\right)^2$ tidak akan lebih dari 0,25 GT, dan nilai akhir dari NT tidak boleh diterima kalau kurang dari 0,30 GT.

d. Payload

Payload atau *cargo DWT* adalah berat muatan yang dapat dimuat/diangkut oleh kapal tersebut. Dengan kata lain, *cargo DWT* itu merupakan bobot mati dikurangi dengan bahan bakar, air tawar, ballast, gudang dan inventaris tak tetap. *Payload* merupakan muatan kapal yang bisa diuangkan. *Payload* adalah berat terbesar dari seluruh muatan yang dapat diangkut oleh kapal. Kisaran *payload* adalah antara 90%-95% DWT (Habiyudin 2010).

e. Dead Weight Tonnage (DWT)

Bobot mati atau yang sering disebut sebagai DWT dapat diartikan dengan jumlah berat muatan, bahan bakar, air tawar, *ballast*, gudang dan inventaris tidak tetap, sehingga kapal tenggelam sampai sarat maksimumnya. Bobot mati ialah isi tolak (*displacement*) dikurangi dengan berat kapal kosong dan inventaris tetap saja (Habiyudin 2010). Persamaannya adalah sebagai berikut:

$$DWT = \Delta - LWT \quad (2.37)$$

Dimana:

Δ = *displacement* (ton)

DWT = *deadweight tonnage* (ton)

LWT = *lightweight tonnage* (ton)

f. Light Weight Tonnage (LWT)

Menurut (Habiyudin 2010), *Light weight tonnage* (LWT) atau berat kapal kosong ialah berat kapal hanya dengan inventaris tetap saja, tanpa muatan, bahan bakar, air tawar, ballast dan lain-lain (Habiyudin 2010). LWT merupakan berat komponen kapal yang bersifat tetap. Pada umumnya dapat dibagi menjadi tiga bagian besar, yaitu:

- Berat baja badan kapal (*structure weight*), yaitu berat badan kapal, bangunan atas, dan perumahan geladak
- Berat peralatan (*outfit weight*), yaitu berat dari seluruh peralatan antara lain jangkar, rantai jangkar, mesin jangkar, tali temali, capstan, alat-alat navigasi, *life boat*, peralatan pemadam kebakaran, dll.
- Berat mesin penggerak beserta instalasi pembantunya (*machinery weight*), yaitu berat motor induk, motor bantu, ketel, pompa-pompa, separator, propeller, propeller shaft, dan keseluruhan peralatan yang ada di kamar mesin.

g. Displacement (Δ)

Displacement atau isi tolak sebuah kapal yang terapung di air ialah berat air yang dipindahkan oleh kapal itu. Dengan demikian isi tolak sebuah kapal sama dengan jumlah ton air yang dipindahkan atau sama dengan berat seluruh kapal beserta isinya. Isi tolak merupakan jumlah dari:

- Berat kapal kosong hanya dengan inventaris tetap saja
- Berat muatan
- Berat bahan bakar, air tawar, ballas dan gudang
- Berat perlengkapan dan inventaris tak tetap.

Persamaan untuk menentukan displacement adalah sebagai berikut:

$$\Delta = L \cdot B \cdot d \cdot C_b \cdot \rho \quad (2.38)$$

Dimana:

Δ = *displacement* (ton)

L = panjang kapal (meter)

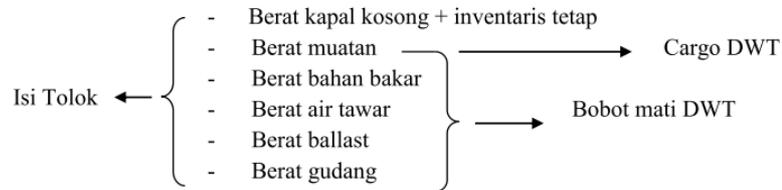
B = lebar kapal (meter)

d = sarat kapal (meter)

ρ = berat jenis air laut diambil rata-rata 1,025 ton/m³ dan

C_b = koefisien blok

Hubungan DWT, LWT, dan displacement (Δ) ditunjukkan oleh Gambar 2-8.



Gambar 2-8. Diagram hubungan antara payload, DWT, LWT dan displacement. Sumber: (Habiyyudin 2010)

h. Deadweight Coefficient (C_d)

Deadweight coefficient (C_d) merupakan nilai perbandingan antara DWT dengan displacement. Persamaan *Deadweight coefficient* (C_d) adalah sebagai berikut:

$$C_d = \frac{DWT}{W} \quad (2.39)$$

Dimana:

C_d = *Deadweight coefficient*

DWT = *Deadweight tonnage* (ton)

W = *displacement* (ton)

Nilai C_d akan mempengaruhi kepada tipe kapal yang akan dibuat. Tabel 2-13 menunjukkan kisaran nilai C_d untuk tiap-tiap tipe kapal pada garis muat *Summer Loaded Water Line* (SLWL) menurut (Barrass 2004).

Tabel 2-13. Nilai *deadweight coefficient* (C_d) untuk tiap tipe kapal.

<i>Ship type</i>	$C_D@SLWL$	<i>Ship type</i>	$C_D@SLWL$
Oil Tanker	0.800–0.860	Container ship	0.600
Ore Carrier	0.820	Passenger Liners	0.35–0.40
General Cargo ship	0.700	RO-RO vessel	0.300
LNG or LPG ships	0.620	Cross-channel	0.200

Sumber: (Barrass 2004)

i. Koefisien blok (C_b)

Koefisien blok (C_b) merupakan perbandingan antara isi karene atau *displacement* dengan isi suatu balok dengan panjang = LWL, lebar = B dan sarat = T. Dari harga C_b dapat dilihat apakah badan kapal mempunyai bentuk yang gemuk atau ramping. Pada umumnya kapal cepat mempunyai harga C_b yang kecil dan sebaliknya kapal – kapal lambat mempunyai harga C_b yang besar. Tabel 2-14 menunjukkan nilai koefisien blok untuk tiap tipe kapal menurut (Barrass 2004).

Tabel 2-14. Koefisien blok (C_b) tiap tipe kapal.

<i>Ship type</i>	<i>Typical C_B, when fully loaded</i>
Supertankers	0.825
Oil Tankers	0.800
Large Bulk Carriers	0.825
Small Bulk Carriers	0.775
General Cargo ships	0.700
Passenger Liners	0.625
Container ships	0.575

Sumber : (Barrass 2004)

j. Hubungan Panjang, Lebar, dan Tinggi Suatu Bangunan Terapung

Panjang Kapal (L) terutama mempunyai pengaruh terhadap kecepatan kapal dan pada kekuatan memanjang kapal. Penambahan panjang pada umumnya akan mengurangi tahanan yang diderita kapal pada displacement tetap dan akan mengurangi kekuatan memanjang kapal. Disamping itu penambahan panjang dapat pula mengurangi kemampuan olah gerak kapal (*maneuvering*), mengurangi fasilitas galangan (*dock*) dan terusan (*canal*). Sedangkan pengurangan panjang (L)

pada *displacement* tetap akan menyebabkan ruangan badan kapal yang bertambah besar.

Perbandingan L/B yang besar terutama sesuai untuk kapal dengan kecepatan yang tinggi dan mempunyai perbandingan ruangan yang baik, akan tetapi mengurangi kemampuan oleh gerak kapal dan mengurangi pula stabilitas kapal. Perbandingan L/B yang kecil memberikan kemampuan stabilitas yang baik tetapi dapat juga menambah tahanan kapal sehingga dibutuhkan tenaga yang lebih besar.

Perbandingan L/H terutama mempunyai pengaruh terhadap kekuatan memanjang kapal, untuk harga L/H yang besar akan mengurangi ketahanan memanjang kapal. Perbandingan L/H yang kecil akan menambah kekuatan memanjang kapal, oleh karena itu Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) memberikan persyaratan sebagai berikut :

L/H = 14 untuk daerah pelayaran samudra

L/H = 15 untuk daerah pelayaran pantai

L/H = 17 untuk daerah pelayaran lokal

L/H = 18 untuk daerah pelayaran terbatas

Dari ketentuan di atas dapat disimpulkan bahwa daerah yang mempunyai gelombang besar atau pengaruh-pengaruh luar lainnya yang lebih besar mempunyai persyaratan harga perbandingan L/H yang kecil. Penyimpangan penyimpangan dari ketentuan di atas masih dimungkinkan atas dasar bukti perhitungan kekuatan yang dapat dipertanggungjawabkan.

Lebar Kapal (B) terutama mempunyai pengaruh pada tinggi metacenter, penambahan lebar dengan *displacement*, panjang kapal dan sarat kapal tetap akan menyebabkan kenaikan tinggi *metacenter of gravity* (MG). Penambahan lebar pada umumnya digunakan untuk mendapatkan penambahan ruangan badan kapal akan tetapi hal ini juga mempunyai kerugian karena dapat mengurangi fasilitas terusan dan galangan (*dock*).

Perbandingan B/T terutama mempunyai pengaruh pada stabilitas kapal. Harga perbandingan B/T yang rendah terutama akan mengurangi stabilitas kapal, sebaliknya harga B/T yang tinggi akan membuat stabilitas kapal menjadi lebih baik. Untuk kapal-kapal sungai, harga perbandingan B/T dapat diambil sama

besar karena harga T diatas oleh kedalaman sungai yang pada umumnya sudah tertentu.

Tinggi Kapal (H) terutama mempunyai pengaruh pada tinggi titik berat kapal CG (*center of gravity*), KG (*Keel of Gravity*) dan juga pada kekuatan kapal serta ruangan dalam kapal. Penambahan tinggi pada umumnya akan menyebabkan kenaikan KG (*Keel of Gravity*) sehingga tinggi MG (*Metacenter of Gravity*) berkurang. Selain itu penambahan tinggi dapat menyebabkan bertambahnya kekuatan memanjang kapal, jika ukuran–ukuran penguat memanjang tetap, maka pada umumnya kapal–kapal barang mempunyai harga KG sebesar 0.60 H.

Sarat Kapal (T) terutama mempunyai pengaruh pada tinggi CB (*Center of Buoyancy*). Penambahan sarat air pada *displacement*, panjang kapal dan lebar kapal tetap pada umumnya akan menyebabkan kenaikan harga KG. Penambahan sarat selalu dihindari karena dapat menyebabkan kapal kandas mengurangi jumlah pelabuhan yang dapat disinggahi, daerah pelayaran menjadi terbatas serta penggunaan fasilitas perbaikan, galangan dan terusan menjadi berkurang pula.

Perbandingan H/T terutama berhubungan dengan *reserve displacement* atau daya apung cadangan. Harga H/T yang besar dapat dijumpai pada kapal–kapal penumpang. H – T disebut dengan lambung bebas (*freeboard*) dimana secara sederhana dapat disebutkan bahwa lambung bebas adalah tinggi antara garis air dengan tepi dek (Habiyudin 2010).

2.10. Estimasi Biaya Pembangunan Kapal

Perkiraan biaya adalah kegiatan utama yang dilakukan pada tahap awal hampir setiap upaya dalam industri, bisnis, dan pemerintah. Secara umum, biasanya perkiraan biaya dikembangkan untuk proyek atau sistem. Sebuah proyek biasanya melibatkan barang-barang fisik, seperti bangunan, jembatan, pabrik, atau platform pengeboran lepas pantai, dll. Suatu sistem biasanya merupakan desain operasional yang melibatkan proses, layanan, perangkat lunak, dan item nonfisik lainnya. Contohnya mungkin sistem pesanan pembelian, paket perangkat lunak, sistem kendali jarak jauh berbasis Internet, atau sistem pengiriman perawatan kesehatan (Blank dan Tarquin 2012).

Biaya kapal adalah jumlah yang diperlukan untuk membayar semua bahan dan tenaga yang terlibat dalam konstruksinya ditambah biaya *overhead* yang

dikeluarkan. Biaya material dan tenaga kerja yang dapat diatribusikan pada kontrak tertentu dapat diidentifikasi dengan mudah, tetapi membuat alokasi biaya *overhead* yang benar dan adil bukanlah hal yang mudah karena tergantung tidak hanya pada kapal, tetapi juga pada berbagai kegiatan di galangan kapal. Biaya *overhead* (*overhead costs*) adalah biaya produksi yang tidak masuk dalam biaya bahan baku maupun biaya tenaga kerja langsung. Apabila suatu perusahaan juga memiliki departemen-departemen lain selain departemen produksi maka semua biaya yang terjadi di departemen pembantu tersebut (termasuk biaya tenaga kerjanya) dikategorikan sebagai biaya *overhead* pabrik. Biaya *overhead* pabrik biasanya muncul dari biaya-biaya yang harus dikeluarkan untuk pemakaian bahan tambahan, biaya tenaga kerja tak langsung, pengawasan mesin produksi, pajak, asuransi, hingga fasilitas-fasilitas tambahan yang diperlukan dalam proses produksi (Watson 1998).

Selanjutnya (Watson 1998) juga menjelaskan bahwa biaya dapat dibagi menjadi dua kategori: perkiraan dan aktual. Biaya perkiraan dihitung ketika terjadi tender dengan galangan kapal; biaya aktual adalah yang biaya yang dipastikan berlaku pada akhir kontrak. Harga adalah jumlah uang yang dikutip galangan kapal, dan akhirnya diterima, dari pelanggannya. Harga tender adalah harga yang diajukan, harga kontrak adalah harga yang disepakati dalam negosiasi berikutnya sementara harga akhir adalah jumlah yang disepakati kontrak. Harga tender dan kontrak didasarkan pada biaya perkiraan dan kondisi pasar.

Ada dua metode dalam memperkirakan biaya pembangunan kapal, yaitu metode pendekatan (*approximate cost estimate*), dan metode perkiraan terperinci (*detailed cost estimate*). Meskipun pembuat kapal mampu menghitung biaya yang cukup akurat untuk tujuan tender dengan menggunakan metode pendekatan, perkiraan terperinci masih akan diperlukan dalam rangka pengendalian biaya selama pembangunan. Konfigurasi perkiraan biaya dalam metode pendekatan harus sama dengan metode perkiraan terperinci. Perbedaan antara kedua metode tersebut terletak pada asal-muasal dari angka-angka yang dibuat. Angka-angka dalam perkiraan terperinci berasal dari harga bahan baku dan rincian penilaian pekerjaan untuk menghitung biaya tenaga kerja, sementara dalam metode pendekatan, angka perkiraan umumnya diperoleh dengan menggunakan biaya per

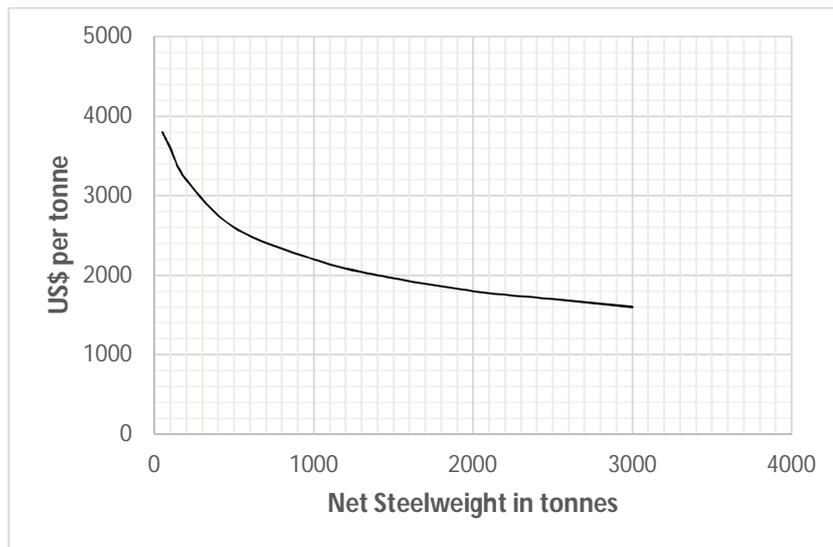
ton atau jam kerja per ton (*manhours per tonne*) dari catatan konstruksi sebelumnya atau dari angka perkiraan terperinci dari pembuatan kapal yang sama.

Namun demikian, menghitung biaya pembuatan kapal berdasarkan data detail tidaklah mudah, karena biasanya pihak galangan merahasiakan data-data harga tersebut agar tidak diketahui oleh para kompetitornya. Oleh sebab itu untuk memperkirakan biaya pembuatan kapal dilakukan dengan menggunakan berat sebagai parameter estimasinya. Berat digunakan sebagai parameter karena hampir semua komponen kapal menggunakan berat sebagai dasar perhitungannya, baik itu struktur, outfit, maupun permesinan (Watson 1998).

Komponen material untuk menghitung estimasi pembiayaan pembangunan kapal terdiri dari tiga; yaitu biaya struktur, biaya *outfit*, dan biaya permesinan. Biaya struktur dihitung berdasarkan berat baja yang akan digunakan yang terdiri dari berbagai bahan plus aluminium jika ada bahan ini yang digunakan. Berat bersih masing-masing bahan tersebut dijadikan berat baja yang dibutuhkan dengan penambahan faktor persentase *scrap* yang diperbolehkan. Biaya *outfit* merupakan biaya yang dikeluarkan untuk berbagai perlengkapan-perengkapan kapal seperti kelistrikan, perlengkapan navigasi, pengecatan, jangkar, dan sebagainya. Biaya permesinan adalah biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan mesin-mesin yang ada di dalam kapal. Termasuk dalam permesinan adalah propulsi (*main engine, gearbox, shafting, propeller*), *Auxilliary machine* (generator, pompa-pompa, kompresor), dan hal lainnya yang berkaitan dengan mesin-mesin kapal (Watson 1998). (Barrass 2004) mengestimasi berat masing-masing material tersebut berdasarkan LWT kapal dimana komposisi berat masing-masing material adalah sebagai berikut:

1. *Steel weight* = 70% x LWT
2. *Wood and outfit weight* = 20% x LWT
3. *Machinery weight* = 10% x LWT

Gambar 2-9 menunjukkan hubungan antara berat baja yang dibutuhkan dengan biaya per ton baja menurut (Watson 1998). Biaya per ton baja ini adalah berdasarkan harga pada tahun 1993 dan sudah termasuk biaya tenaga kerja, dan *overhead*.

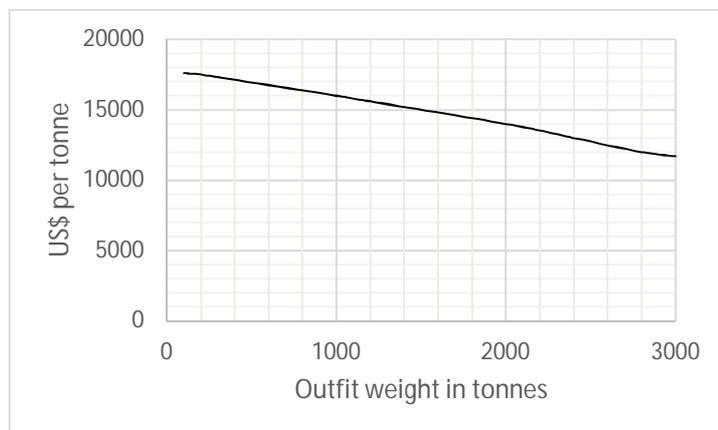


Gambar 2-9. Hubungan harga baja per ton dengan berat baja kapal pada tahun 1993 (Watson 1998)

Dari Gambar 2-9 tersebut terlihat bahwa biaya struktur baja per ton tidak konstan melainkan mengalami perubahan. Semakin besar ukuran kapal, maka biaya per ton akan semakin murah. Grafik pada Gambar 2-9 membentuk persamaan logaritma sebagai berikut:

$$Y = -565,5 \ln(x) + 7422,2 \quad (2.40)$$

Perbandingan antara berat outfit dengan biaya per ton outfit menurut (Watson 1998) ditampilkan pada Gambar 2-10. Biaya per ton outfit ini adalah berdasarkan harga pada tahun 1993 dan sudah termasuk biaya tenaga kerja, dan *overhead*.

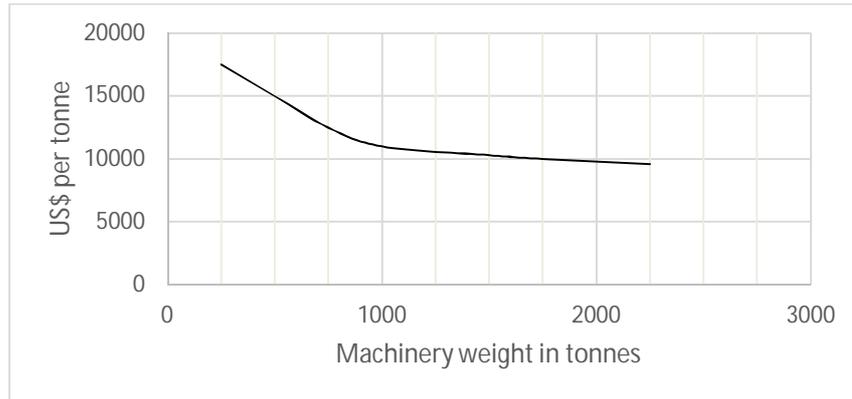


Gambar 2-10. Hubungan biaya outfit per ton dengan berat outfit kapal pada tahun 1993 (Watson 1998)

Grafik pada Gambar 2-10 membentuk persamaan logaritma sebagai berikut:

$$Y = -1667 \ln(x) + 26184 \quad (2.41)$$

Perbandingan antara berat permesinan dengan biaya per ton mesin menurut (Watson 1998) ditampilkan pada Gambar 2-11. Biaya per ton mesin ini adalah berdasarkan harga pada tahun 1993 dan sudah termasuk biaya tenaga kerja, dan *overhead*.



Gambar 2-11. Hubungan biaya permesinan per ton dengan berat permesinan kapal pada tahun 1993 (Watson 1998)

Grafik pada Gambar 2-11 tersebut membentuk persamaan logaritma sebagai berikut:

$$Y = -3689 \ln(x) + 37494 \quad (2.42)$$

Selain biaya-biaya material tersebut terdapat pula biaya-biaya lainnya yang tidak dapat diukur dengan parameter berat, namun harus dikeluarkan terkait dengan pembangunan kapal tersebut. Biaya ini disebut *non-weight cost*, yang diantaranya meliputi biaya kelas, biaya konsultasi, *tank test*, *model cost*, peluncuran, *drydock*, pandu, tonda, biaya ujicoba, asuransi, provisi untuk garansi perbaikan, dan sebagainya. Biaya ini diperkirakan antara 7,5% hingga 12,5% dari total biaya material bagi galangan kecil, dan 10% bagi galangan yang membuat kapal-kapal berukuran besar (Watson 1998).

Harga pembangunan kapal merupakan penjumlahan dari biaya-biaya struktur kapal, outfit, permesinan dan *non-weight cost* ditambah dengan beberapa koreksi atas biaya total tersebut. Koreksi tersebut meliputi:

1. Laba yang dikutip oleh perusahaan galangan dengan nilai yang bervariasi antara 0% hingga 10% dengan 5% merupakan nilai terbaik untuk perhitungan estimasi biaya.
2. Untuk mengantisipasi inflasi pada masa pembangunan kapal, maka ditambahkan 2% dari total biaya yang dibutuhkan (Watson 1998).

Menurut (Kumakura dan Sasajima 2001), biaya pembuatan kapal merupakan salah satu bagian dari biaya “siklus hidup” suatu kapal. Biaya siklus hidup suatu kapal meliputi dua hal, yaitu biaya pembuatan kapal sebanyak 2/3 bagian, dan biaya perawatan sebanyak 1/3 dari total biaya “siklus hidup” suatu kapal.

Tabel 2-15. Perincian biaya pembuatan kapal

Items		Ratio (%)
Material	Steel	20
	Main engine	10
	Others	30
	Total	60
Fabrication		30
Design		5
Charge		5
Total		100

(Kumakura dan Sasajima 2001)

Tabel 2-15 merupakan perincian biaya pembuatan kapal menurut (Kumakura dan Sasajima 2001). Biaya material merupakan yang terbesar, yaitu sebanyak 60% dari seluruh biaya pembangunan kapal. Dari 60% biaya material tersebut, biaya baja kapal adalah sebanyak 35% atau 20% dari total biaya pembangunan kapal. Biaya permesinan hanya sebesar 15% dari seluruh biaya material atau 10% dari total biaya pembangunan kapal, sedangkan sisanya sebesar 30% dari total biaya pembangunan kapal merupakan biaya outfitting. Biaya *outfitting* adalah biaya yang paling besar, yaitu sebesar 50% dari seluruh pembiayaan material pembuatan kapal. Biaya desain merupakan biaya yang dikeluarkan untuk pembuatan desain kapal. Desain kapal terdiri dari dua, yaitu

basic design dan *detail design*. *Basic design* berbiaya hingga 10% dari total biaya desain dengan waktu pengerjaan 2-3 bulan. *Detail design* berbiaya 90% dari total biaya desain dengan waktu pengerjaan 6-8 bulan (Kumakura dan Sasajima 2001).

BAB 3.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi penelitian merupakan langkah-langkah penyelesaian masalah dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Langkah-langkah penyelesaian tersebut menggunakan metode yang berbeda-beda dari sumber yang telah ada.

Dalam rangka menentukan ukuran pelabuhan perikanan terapung, maka yang pertama dilakukan adalah menghitung potensi lestari sumberdaya ikan. Potensi lestari sumberdaya ikan dihitung karena mengacu kepada Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor Per.16/MEN/2006 tentang Pelabuhan Perikanan. Dalam peraturan tersebut dikatakan bahwa pembangunan pelabuhan perikanan harus memperhatikan ketersediaan sumberdaya ikan.

Setelah diperoleh potensi lestari sumberdaya ikan, maka tahapan selanjutnya adalah menentukan jumlah kapal ikan yang akan akan memanfaatkan/menangkap sumberdaya ikan tersebut. Jumlah kapal ini merupakan jumlah kapal yang akan dilayani oleh pelabuhan perikanan terapung. Dengan mengetahui jumlah kapal ikan yang akan dilayani disertai dengan data sekunder mengenai kebutuhan operasional per trip kapal ikan maka akan dapat diperoleh jumlah muatan ikan yang akan didaratkan dan kebutuhan logistik operasi penangkapan per hari. Hasil perhitungan tersebut digunakan untuk menghitung kapasitas dan menentukan ukuran dari tiap fasilitas yang akan disediakan oleh pelabuhan perikanan terapung. Ukuran dari setiap fasilitas yang ada di pelabuhan perikanan terapung diperoleh berdasarkan hubungan antara kapasitas fasilitas dengan ukuran fasilitas menurut panduan (FAO 2010). Penentuan ukuran pelabuhan perikanan terapung didasarkan dari jumlah total ukuran seluruh fasilitas pelabuhan perikanan terapung yang telah dihitung tersebut.

Secara terperinci, tahapan-tahapan penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1a. Melakukan identifikasi masalah, perumusan masalah, dan studi literatur.

- 1b. Melakukan analisis pola operasi kapal penangkap ikan dan pelabuhan perikanan terapung.
- 1c. Melakukan analisis lokasi pelabuhan perikanan terapung.
2. Melakukan analisis potensi sumberdaya ikan.
3. Melakukan optimasi jumlah kapal penangkap ikan.
4. Melakukan analisis fasilitas pelabuhan perikanan terapung.
5. Melakukan analisis kapasitas, layout, dan ukuran pelabuhan perikanan terapung.
6. Melakukan analisis jumlah dan ukuran kapal pengangkut.
7. Mengestimasi biaya pembangunan pelabuhan perikanan terapung.

Tahapan penelitian 1a, 1b dan 1c dapat dilakukan secara bersama-sama, sedangkan tahap 2 dan seterusnya dilakukan secara berurutan dimana jika tahap sebelumnya tidak dapat diselesaikan, maka tahap selanjutnya tidak dapat dilakukan.

Langkah-langkah penyelesaian dalam rangka mencapai tujuan penelitian ini meliputi:

3.1. Identifikasi Masalah, dan Perumusan Masalah dan Studi Literatur

Identifikasi masalah merupakan proses yang penting dan paling awal dilakukan dalam penelitian ini. Identifikasi masalah diperoleh dari pengamatan data hasil tangkapan dan nilai produksi ikan yang memunculkan fenomena kondisi perikanan tangkap yang terjadi di PPS Bungus.

Setelah masalah teridentifikasi, langkah selanjutnya adalah merumuskan masalah penelitian. Rumusan masalah merupakan tulisan singkat berupa pertanyaan yang mendasar dari permasalahan yang ada sehingga harus dijawab melalui penelitian.

Studi literatur merupakan proses pencarian referensi teori yang relevan dengan permasalahan yang ditemukan. Referensi diperoleh dari buku, jurnal, maupun artikel-artikel penelitian. Tujuan dari studi literatur adalah untuk memperkuat rumusan masalah serta sebagai dasar teori dalam menyelesaikan permasalahan tersebut. Studi literatur dalam penelitian ini adalah tentang:

1. Perikanan tangkap laut.

2. Pelabuhan perikanan.
3. Riset operasi.
4. Desain dan konstruksi kapal.

3.2. Analisis Pola Operasi Kapal Penangkap Ikan dan Pelabuhan Perikanan

Pola operasi penangkapan ikan yang menjadi objek penelitian adalah 2 tipe kapal penangkap ikan yang paling banyak digunakan untuk menangkap ikan pelagis di perairan lepas pantai Sumatera Barat. 2 tipe kapal ikan tersebut adalah:

1. Kapal tipe *longline* 29 GT yang mewakili kapal-kapal tipe *longline* yang beroperasi di perairan Sumatera Barat.
2. Kapal tipe *purse seine* 117 GT yang mewakili kapal-kapal tipe *purse seine* yang beroperasi di perairan Sumatera Barat.

Kapal tipe *purse seine* dan *longline* tersebut adalah kapal-kapal yang akan dilayani oleh pelabuhan perikanan terapung.

Analisis pola operasional pelabuhan perikanan terapung merupakan skenario dari operasi pelabuhan perikanan terapung yang akan dibangun. Pelabuhan perikanan terapung merupakan bangunan terapung yang berbentuk ponton dan tidak memiliki mesin penggerak. Pelabuhan terapung ini ditempatkan di satu tempat di wilayah perairan yang dikelola PPS Bungus. Fungsinya adalah untuk mendaratkan ikan hasil tangkapan serta untuk melayani kebutuhan logistik operasi penangkapan ikan.

3.3. Analisis Lokasi Pelabuhan Perikanan Terapung

Lokasi pelabuhan perikanan terapung adalah berupa titik koordinat yang ditunjukkan melalui peta. Lokasi pelabuhan perikanan terapung ditentukan berdasarkan prakiraan kondisi angin, gelombang, dan arus laut di perairan Sumatera Barat.

3.4. Analisis Potensi Sumberdaya Ikan

Analisis potensi Sumberdaya ikan bertujuan untuk mengetahui keadaan atau kondisi perikanan berupa jumlah stok ikan yang tersedia untuk ditangkap setiap tahun. Metode yang digunakan untuk menganalisis potensi sumberdaya ikan

adalah dengan metode surplus produksi dari Harold-Schaefer dalam (Spare dan Venema 1999) dan (Maunder 2008).

3.5. Optimasi Jumlah Kapal Penangkap Ikan

Optimasi dilakukan untuk meramalkan keadaan sehingga pengambilan keputusan yang dilakukan saat ini dapat mengakomodasi kondisi di masa depan. Tujuan optimasi pada penelitian ini adalah untuk memperoleh jumlah kapal ikan dari masing-masing tipe yang nantinya akan dilayani oleh pelabuhan perikanan terapung.

Ada dua langkah optimasi dalam rangka mencari jumlah kapal yang akan digunakan untuk menangkap ikan. Langkah pertama optimasi dilakukan dengan cara *linear programming* untuk mendapatkan hasil tangkapan maksimal pada masing-masing tipe kapal ikan. Kemudian dilanjutkan dengan optimasi *linear goal programming* dengan dua fungsi tujuan, yaitu memaksimalkan hasil tangkapan tiap tipe kapal ikan dan memaksimalkan pemanfaatan jumlah ikan yang boleh ditangkap. Kedua optimasi tersebut dilakukan dengan menggunakan fasilitas *Solver* pada Microsoft Excel.

Solver pada Microsoft Excel digunakan dengan alasan adalah karena program ini terintegrasi dengan *spreadsheet* Microsoft Excel, maka formulasi model dapat langsung dilakukan pada *spreadsheet* Microsoft Excel sehingga ketika program *solver* dijalankan akan langsung didapatkan nilai dari tujuan perhitungan. Selain itu program *solver* yang terintegrasi pada *Microsoft Excel* dapat memperlihatkan setiap langkah-langkah penyelesaian secara tahap demi tahap dalam bentuk *spreadsheet*. Program *solver* pada *Microsoft Excel* juga memungkinkan pengguna bebas membuat format tabel-tabel atas variable yang diketahui serta solusi akhir sesuai dengan yang diinginkannya.

Beberapa asumsi dipertimbangkan dalam rangka analisis optimasi ini. Asumsi-asumsi tersebut adalah:

1. Seluruh kapal penangkap ikan pelagis yang berpangkalan di PPS Bungus diklasifikasikan kedalam 2 tipe kapal penangkap ikan, yaitu kapal *longline* dan kapal *purse seine*.
2. Sumbangan hasil tangkapan dari kapal tipe lain tidak dimasukkan dalam perhitungan optimasi.

3. Hasil tangkapan ikan seluruhnya didaratkan di pelabuhan terapung yang direncanakan.

3.6. Analisis Fasilitas Pelabuhan Perikanan Terapung

Pada bagian ini ditentukan fasilitas-fasilitas yang akan disediakan oleh pelabuhan perikanan terapung. Kapasitas dari tiap fasilitas ditentukan berdasarkan jumlah muatan ikan yang akan didaratkan di pelabuhan perikanan terapung serta jumlah kebutuhan logistik yang diperlukan oleh kapal ikan setiap hari. Ukuran dari kapasitas tiap fasilitas yang ada di pelabuhan perikanan terapung ditentukan berdasarkan panduan dari (FAO 2010) tentang pembangunan pelabuhan perikanan seperti yang ditunjukkan oleh Tabel 3-1.

Tabel 3-1. Ketentuan penghitungan luas fasilitas pelabuhan perikanan terapung

No	Jenis Fasilitas	Simbol	Ketentuan luas yang dibutuhkan
1	Tempat Pelelangan Ikan	A_p	80 kg per m^2
2	Cold Storage	A_c	0,5-1,5 m^2 per ton yang disimpan
3	Bahan bakar	A_f	1,2 m^3 per m^2
4	Ice Storage	A_e	1,4-1,5 m^2 /ton (crushed block ice)
5	Air tawar	A_w	1,5 m^2 /ton
6	Minyak pelumas	A_o	1,2 m^3 per m^2
7	Pabrik es	A_i	30 m^2 untuk output 50 ton per hari
8	Gudang kering	A_d	1,5 m^2 /ton
9	Gudang peralatan	A_t	4 m^2 per ton per pelelangan
10	Kantor	A_b	4 m^2 per ton per pelelangan

(Sumber: *Fishery Harbor Planning and Management*, (FAO 2010))

3.7. Analisis Kapasitas, Layout, dan Ukuran Pelabuhan Perikanan Terapung

Kapasitas pelabuhan perikanan terapung berarti jumlah total kapasitas dari seluruh fasilitas-fasilitas yang disediakan oleh pelabuhan perikanan terapung. Layout merupakan gambaran untuk mengetahui posisi fasilitas-fasilitas tersebut di pelabuhan perikanan terapung. Ukuran pelabuhan perikanan terapung yang dimaksud adalah panjang, lebar, dalam, dan sarat dari pelabuhan perikanan terapung. Metode yang digunakan dalam menentukan ukuran pelabuhan

perikanan terapung adalah dengan cara perhitungan menggunakan persamaan yang lazim digunakan dalam menentukan ukuran utama kapal.

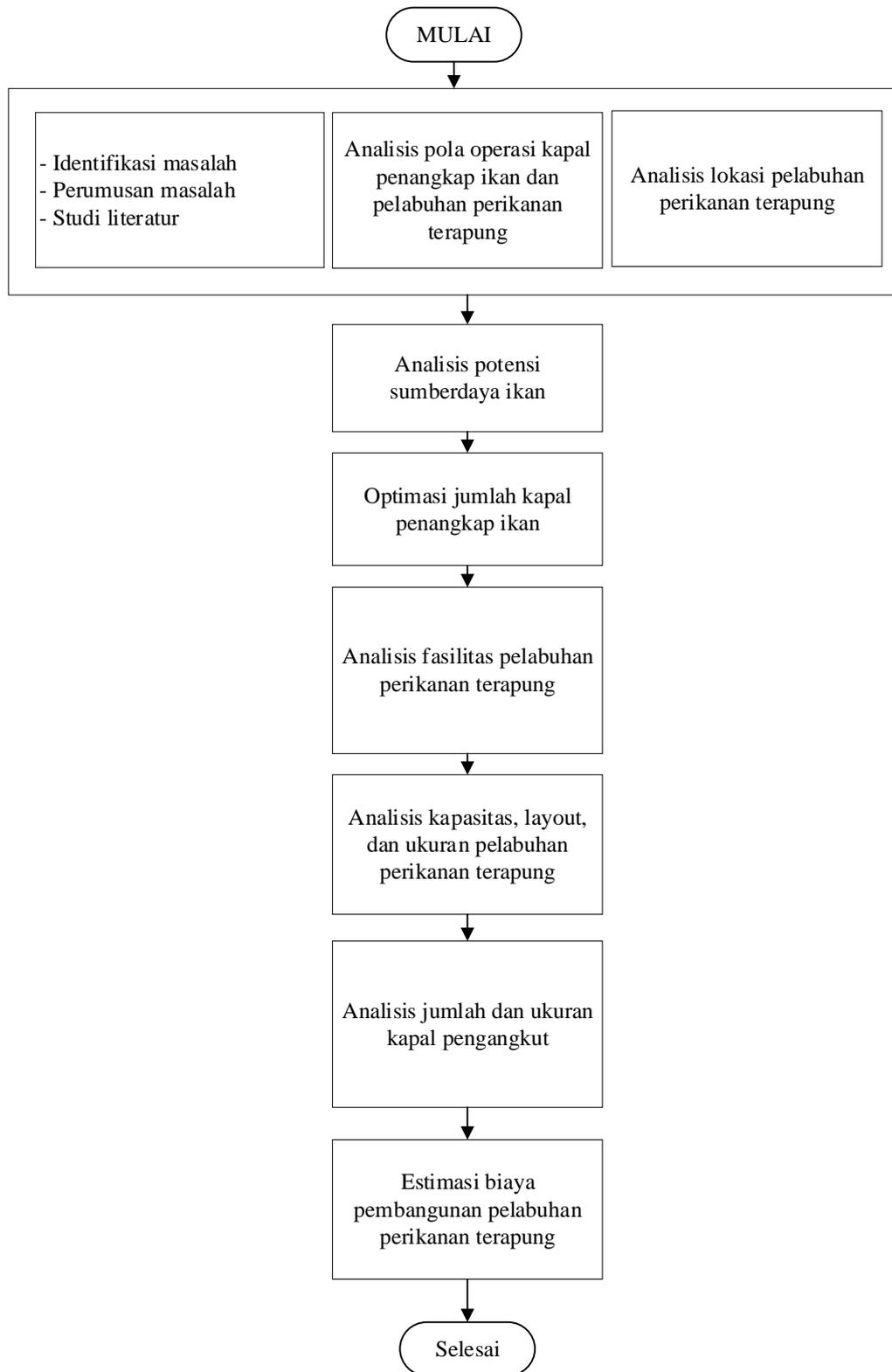
3.8. Analisis Jumlah dan Ukuran Kapal Pengangkut Ikan

Kapal pengangkut ikan merupakan kapal yang digunakan untuk mengangkut ikan dari pelabuhan perikanan terapung ke pelabuhan daratan sebagai tujuan akhir. Ukuran kapal pengangkut yang dimaksud adalah *Gross Tonnage* (GT). Penentuan GT kapal pengangkut ikan didasarkan kepada jumlah muatan ikan yang didaratkan oleh kapal ikan dan tersimpan di *cold storage* pelabuhan ikan terapung. Jumlah muatan ikan ini adalah sama dengan jumlah kapasitas *cold storage* pelabuhan perikanan terapung.

3.9. Estimasi Biaya Pembangunan Pelabuhan Perikanan Terapung

Biaya pembangunan pelabuhan perikanan terapung adalah jumlah uang yang harus dibayarkan kepada galangan yang membuat pelabuhan perikanan terapung tersebut. Struktur pembiayaan pembangunan pelabuhan perikanan terapung mengacu kepada (Watson 1998) yang terdiri dari biaya material, *non-weight cost*, keuntungan galangan kapal, dan koreksi inflasi.

Secara ringkas, langkah-langkah penyelesaian dalam penelitian ini dirangkum dalam diagram alur penelitian seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3-1.



Gambar 3-1. Diagram Alur Penelitian

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 4.

GAMBARAN UMUM

4.1. Kondisi Perairan Lepas Pantai Sumatera Barat

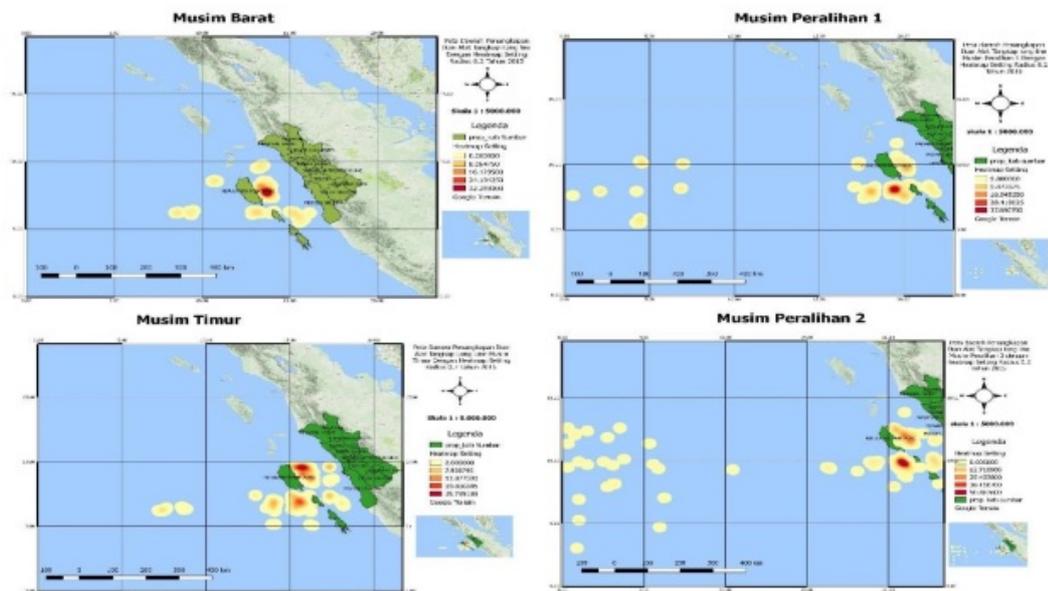
Lepas pantai Sumatera Barat termasuk bagian dari Samudera Hindia yang berada di wilayah Indonesia bagian Barat. Daerah perairan Sumatera Barat terbagi menjadi dua bagian dengan Kepulauan Mentawai sebagai pemisah. Pada perairan bagian pertama, dari daratan Pulau Sumatera ke arah Barat hingga Kepulauan Mentawai merupakan perairan Samudera Hindia yang menjadi perairan kepulauan. Perairan kepulauan adalah semua perairan yang terletak pada sisi dalam garis pangkal lurus kepulauan (UU No. 6 Tahun 1996 tentang Perairan Indonesia). Pada wilayah laut ini, berjarak 0 mil laut dari PPS Bungus hingga 30 mil laut ke arah Barat, kedalaman perairan adalah berkisar antara 10 meter hingga 300 meter. Setelah melewati 30 mil laut dari daratan, sejauh 45 mil laut hingga Pulau Siberut, kedalaman perairan adalah 300 meter hingga 1.600 meter. Perairan bagian kedua dengan lokasi sebelah Barat Pulau Siberut terus ke arah Barat melewati batas teritorial Indonesia merupakan laut terbuka Samudera Hindia dengan ketinggian gelombang antara 2,5 meter hingga 4,0 meter (lihat Gambar 4-1).



Gambar 4-1. Peta perairan Sumatera Barat

Sumatera Barat merupakan daerah yang berada di wilayah Khatulistiwa (garis lintang nol derajat). Daerah khatulistiwa merupakan daerah yang beriklim tropis dengan sebaran suhu perairan rata-rata 25,4°C-34,0°C. Kondisi oseanografi dan pola angin yang terjadi di wilayah khatulistiwa menyebabkan daerah ini mengalami 4 musim, yaitu musim Barat (terjadi pada bulan November-Januari), musim Peralihan I (Februari-April), musim Timur (Mei-Juli), dan musim Peralihan II (Agustus-Oktober). Akibat dari adanya 4 musim yang terjadi di wilayah Indonesia tersebut memberikan pengaruh terhadap daerah penangkapan ikan, sehingga memunculkan 4 musim penangkapan ikan.

Gambar 4-2 menunjukkan peta daerah penangkapan tiap musim di perairan Sumatera Barat. Peta daerah penangkapan ikan ini merupakan hasil dari pemetaan lokasi penangkapan berdasarkan *log book* penangkapan ikan di kapal-kapal penangkap ikan pelagis. Warna kuning pada peta daerah penangkapan menunjukkan daerah penangkapan dimana nelayan jarang melakukan operasi penangkapan, sedangkan warna merah adalah daerah yang dimana para nelayan paling sering melakukan operasi penangkapan.



Gambar 4-2. Peta daerah Penangkapan Ikan di wilayah Sumatera Barat (Sumber: Pusdatin KKP, 2016)

4.2. Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bungus

Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bungus merupakan salah satu dari 7 Pelabuhan Perikanan Kelas A yang dimiliki oleh Indonesia. PPS Bungus termasuk dalam wilayah Kota Padang Provinsi Sumatera Barat. PPS Bungus terletak di Teluk Kabung dimana sebelah Barat berbatasan langsung dengan Samudera Hindia, sebelah Timur berbatasan dengan Kabupaten Pesisir Selatan, sebelah Selatan berbatasan dengan Kabupaten Pesisir Selatan, dan sebelah Utara berbatasan dengan Kecamatan Lubuk Kilangan dan Kecamatan Lubuk Begalung Kota Padang. Lokasi absolut PPS Bungus terletak pada koordinat 01°04' Lintang Selatan – 100°37' Bujur Timur.

Luas wilayah PPS Bungus adalah 24,1 hektar yang terdiri dari luas daratan sebesar 16,6 hektar, dan luas perairan sebesar 7,5 hektar yang digunakan sebagai kolam pelabuhan. Kolam pelabuhan PPS Bungus dengan kedalaman antara 7 meter hingga 15 meter sudah terbentuk secara alamiah dimana ia berada di perairan teluk, dan berjarak \pm 60-70 mil ke arah Barat, pelabuhan ini dan juga termasuk kota Padang dan daerah-daerah lainnya di provinsi Sumatera Barat dilindungi oleh penahan gelombang alami yaitu Kepulauan Mentawai dengan Pulau Siberut sebagai pulau terbesar.

PPS Bungus merupakan unit pelaksana teknis yang berada dibawah dan bertanggungjawab kepada Direktur Jenderal Perikanan Tangkap, Kementerian Kelautan dan Perikanan RI. PPS Bungus dibangun untuk memberikan berbagai pelayanan kepada para nelayan dan menyelenggarakan kegiatan-kegiatan yang berhubungan dengan perikanan tangkap. Aktifitas pelayanan dan kegiatan PPS Bungus meliputi pelayanan tambat labuh kapal perikanan, pelayanan bongkar muat, pelayanan pembinaan mutu dan pengolahan hasil perikanan, kegiatan pemasaran dan distribusi ikan, kegiatan pengumpulan data tangkapan dan hasil perikanan, tempat pelaksanaan penyuluhan dan pengembangan masyarakat nelayan, pelaksanaan kegiatan operasional kapal perikanan, tempat pelaksanaan pengawasan dan pengendalian sumber daya ikan, pelaksanaan kesyahbandaran, tempat pelaksanaan fungsi karantina ikan, publikasi hasil pelayanan sandar dan labuh kapal perikanan dan kapal pengawas kapal perikanan, tempat publikasi hasil

riset kelautan dan perikanan, serta kegiatan pemantauan wilayah pesisir dan pengendalian lingkungan.

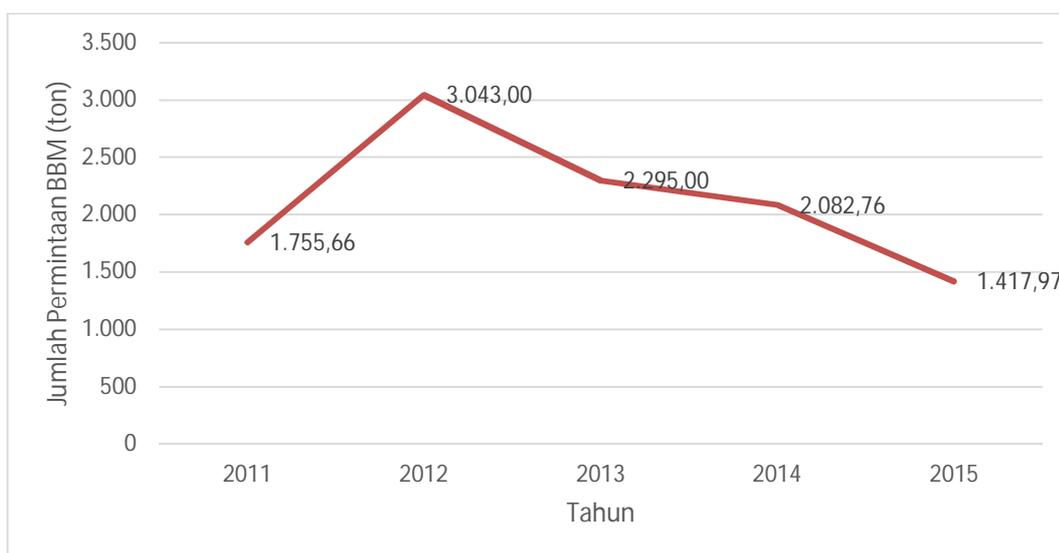
Untuk menunjang berbagai pelayanan dan kegiatan-kegiatan di bidang perikanan tersebut, maka PPS Bungus dilengkapi dengan fasilitas-fasilitas yang sesuai dengan persyaratan fasilitas pelabuhan perikanan type A menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan RI. Fasilitas-fasilitas yang dimiliki oleh PPS Bungus secara lengkap disebutkan dalam Tabel 4-1.

Tabel 4-1. Fasilitas yang dimiliki PPS Bungus

No	Jenis Fasilitas	Ukuran	Kapasitas
A. Fasilitas Pokok Pelabuhan			
1	Dermaga bongkar	1.150 m ²	
2	Dermaga bunker	350 m ²	
3	Dermaga labuh	720 m ²	
4	Kolam pelabuhan	7,5 ha	
5	Jalan utama	6.220 m ²	
6	Jalan komplek	464 m ²	
7	Jalan lingkungan	875 m ²	
B. Fasilitas Fungsional Pelabuhan			
1	Receiving hall dan tempat pelelangan	3.342 m ²	
2	Gedung processing tuna	450 m ²	
3	Lampu suar	2 unit	
4	Areal docking	2.500 m ²	
5	Areal bengkel	80 m ²	
6	Areal perbaikan jaring	525 m ²	
7	Cold Storage	176.600 m ²	100 ton
C. Fasilitas Penunjang Pelabuhan			
1	Balai pertemuan nelayan	243 m ²	
2	Tempat ibadah	50 m ²	
3	MCK	50 m ²	
4	Kios-kios	500 m ²	
5	Tanki BBM	3 unit	75 ton (@ 25 ton)
6	Tanki air tawar	2 unit	150 ton (30 ton dan 120 ton)
7	Pabrik es	1.480 m ²	880 balok es /hari atau 44 ton/hari

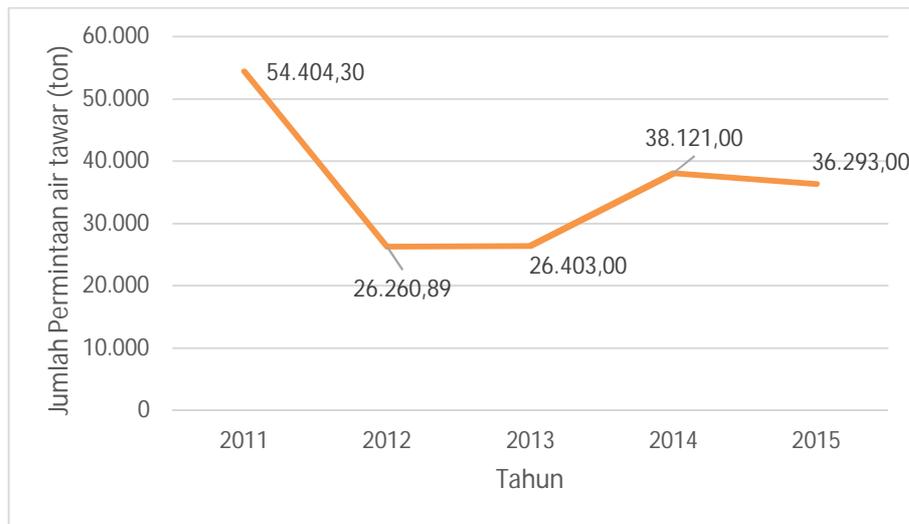
(Sumber : PPS Bungus, 2017)

Bahan bakar dan air tawar merupakan kebutuhan penting dalam kegiatan pelayaran dan operasi penangkapan ikan di laut. Tanpa bahan bakar dan air tawar, maka pelayaran tidak dapat dilakukan. Bahan bakar merupakan kebutuhan penting kapal agar mesin kapal dapat berfungsi dengan baik sedangkan air tawar adalah kebutuhan bagi para awak kapal yang melakukan perjalanan pelayaran. Gambar 4-3 dan Gambar 4-4 menunjukkan grafik permintaan kebutuhan bahan bakar, dan air tawar, di PPS Bungus Sumatera Barat dari tahun 2011-2015. Permintaan bahan bakar dan air tawar ini merupakan permintaan dari seluruh kapal ikan yang ada di PPS Bungus.



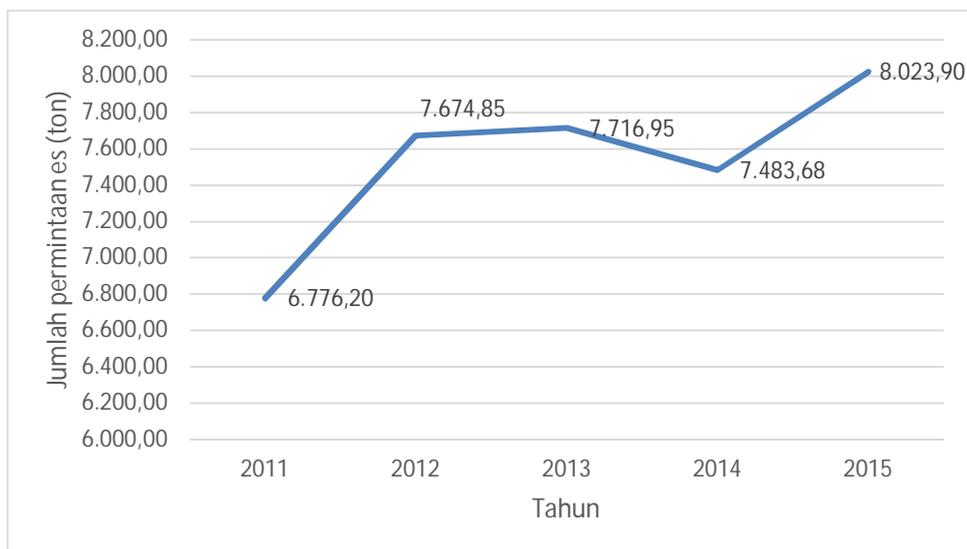
Gambar 4-3. Permintaan bahan bakar kapal penangkap ikan di PPS Bungus (Sumber: PPS Bungus, 2016)

Berdasarkan Gambar 4-3, pada tahun 2011 PPS Bungus menyalurkan 1.755,66 ton bahan bakar untuk seluruh kapal penangkap ikan yang ada di pelabuhan tersebut. Pada tahun 2012 jumlah bahan bakar yang disalurkan PPS Bungus naik sebesar 73,33% dari tahun 2011 menjadi 3.043 ton. Dari tahun 2012 hingga 2015, jumlah bahan bakar yang disalurkan terus mengalami penurunan. Pada tahun 2015 jumlah yang disalurkan PPS Bungus bahkan lebih kecil 19% dibandingkan tahun 2011.



Gambar 4-4. Permintaan air tawar kapal penangkap ikan di PPS Bungus (Sumber: PPS Bungus, 2016)

Gambar 4-4 menunjukkan grafik permintaan air tawar di PPS Bungus. Jumlah permintaan air tawar di tahun 2012 mengalami penurunan 52% jika dibandingkan permintaan pada tahun 2011. Akan tetapi dari tahun 2012 hingga 2015 jumlah permintaan air tawar mengalami kenaikan. Permintaan terbesar terjadi di tahun 2014 dimana kenaikan mencapai 44,38% dari tahun 2013. Pada tahun 2015 permintaan kembali menurun 4,7% dari tahun sebelumnya.



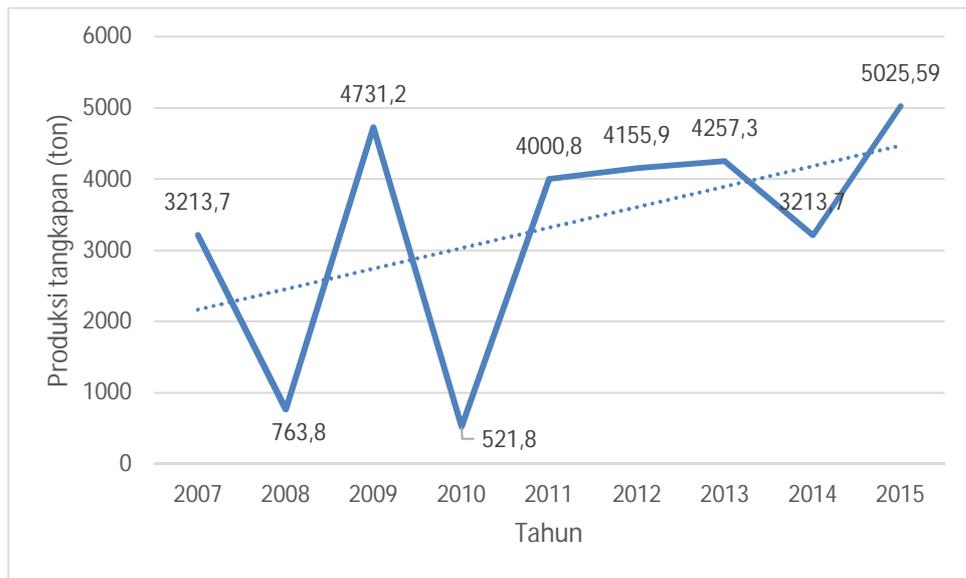
Gambar 4-5. Permintaan es dari kapal penangkap ikan di PPS Bungus (Sumber: PPS Bungus, 2016)

Gambar 4-5 menunjukkan grafik permintaan es dari kapal penangkap ikan di PPS Bungus. Es adalah kebutuhan penting yang harus dipenuhi oleh setiap

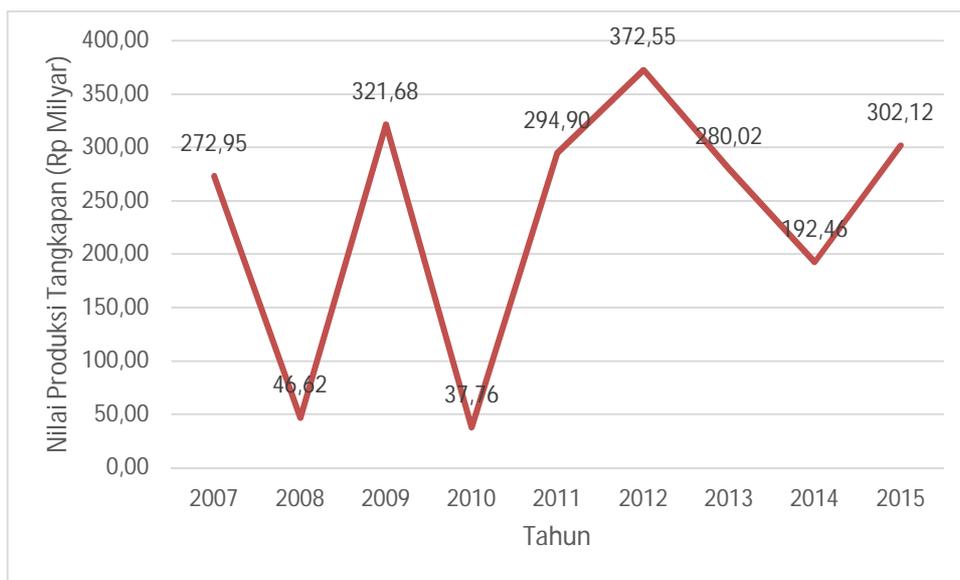
kapal ikan yang tidak memiliki palka berefrigerasi. Es digunakan untuk mengawetkan ikan hasil tangkapan agar tidak cepat mengalami kemunduran mutu hasil tangkapan. Akibat dari kekurangan atau tidak tersedianya es untuk mengawetkan hasil tangkapan akan berakibat kepada menurunnya harga jual ikan hasil tangkapan. Gambar 4-5 menunjukkan bahwa permintaan es dari tahun 2011 hingga tahun 2015 relatif mengalami peningkatan. Hanya pada tahun 2014 jumlah es yang disalurkan PPS Bungus mengalami penurunan, walaupun tidak besar yaitu hanya sebesar 3,02% dari tahun sebelumnya. Penyaluran es terbesar terjadi di tahun 2015 sebesar 8.023,90 ton, naik 540,22 ton atau 7,22% dari tahun 2014. Akan tetapi persentase kenaikan ini tidak sebesar kenaikan di tahun 2012, yaitu sebesar 13,26% dari tahun sebelumnya. Sesuai dengan Tabel 4-1 tentang fasilitas-fasilitas yang disediakan oleh PPS Bungus, PPS Bungus mampu memproduksi es sebanyak 880 balok es per hari atau 44 ton es per hari. Dengan demikian jika berat es per balok adalah 50 kilogram, maka pada tahun 2015 jumlah es yang disalurkan kepada seluruh kapal penangkap ikan yang berpangkalan di PPS Bungus adalah sebanyak 160.478 balok es.

4.3. Produksi Tangkapan Ikan Pelagis di PPS Bungus

PPS Bungus di Sumatera Barat mengelola kawasan laut seluas 237.640,23 km². Luas ini meliputi Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) seluas 128.700 km² dan Zona Laut Teritorial seluas 57.880 km². Wilayah ZEE yang dikelola PPS Bungus yang luas sangat potensial sebagai daerah penangkapan ikan pelagis, dan oleh karena itu melalui pidato presiden tanggal 18 Desember 2006 di Padang, Sumatera Barat dicanangkan sebagai sentra ikan pelagis di bagian Barat Indonesia. Selanjutnya pada tahun 2013 Menteri Kelautan dan Perikanan RI mengeluarkan SK no.7/Kepmen-KP/2013 untuk menetapkan Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bungus sebagai sentra pengembangan industrialisasi ikan pelagis bagian Barat Indonesia. Hasil tangkapan yang diperoleh kemudian diekspor ke Jepang dan Amerika.



Gambar 4-6. Produksi tangkapan di PPS Bungus (Sumber: PPS Bungus 2016)



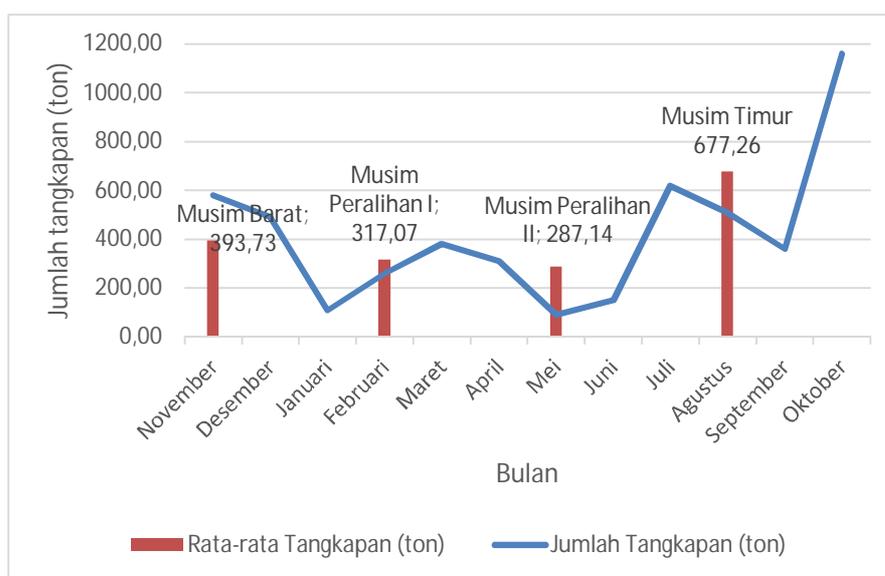
Gambar 4-7. Nilai produksi tangkapan di PPS Bungus (Sumber: PPS Bungus, 2016)

Gambar 4-6 dan Gambar 4-7 menunjukkan grafik jumlah produksi tangkapan dan nilai produksi ikan pelagis dari tahun 2007 hingga 2015. Grafik tersebut merupakan data tangkapan ikan pelagis yang ditangkap oleh kapal penangkap ikan tipe rawai (*longline*) dan pukat cincin (*purse seine*). Dari tahun 2007 hingga 2011, jumlah tangkapan ikan pelagis cenderung mengalami fluktuasi yang sangat besar. Tahun 2010 merupakan tahun dengan tangkapan terendah yaitu 521,8 ton. Jumlah tangkapan pada tahun 2010 menyebabkan nilai produksi pada

tahun 2010 adalah yang terendah pula dari kurun waktu 2007 hingga 2015. Puncak tangkapan terjadi pada tahun 2015 dimana hasil tangkapan ikan pelagis yang didaratkan di PPS Bungus adalah 5025,59 ton. Akan tetapi kenaikan jumlah tangkapan ini tidak menyebabkan nilai produksi yang dihasilkan, yaitu 302,12 milyar rupiah, merupakan nilai produksi tertinggi pada kurun waktu 2007 hingga 2015. Nilai produksi tertinggi justru diperoleh di tahun 2012 dengan nilai 372,55 milyar rupiah melalui jumlah tangkapan sebanyak 4.155,9 ton.

Gambar 4-6 dan Gambar 4-7 menunjukkan bahwa kenaikan jumlah tangkapan belum tentu dapat menaikkan nilai produksi angkapan. Terlihat pada tahun 2012 dan tahun 2013, dimana pada tahun 2013 jumlah tangkapan ikan adalah 4.257,3 ton atau 2,44% lebih banyak dari tangkapan tahun 2012. Akan tetapi pendapatan pada tahun 2013 justru mengalami penurunan sebesar 24,83% dari 372,55 milyar rupiah pada tahun 2012 menjadi 280,02 milyar rupiah pada tahun 2013. Meskipun secara faktual menunjukkan bahwa nilai produksi dan jumlah produksi tangkapan berfluktuasi terutama pada kurun waktu 2007-2010, namun secara keseluruhan menunjukkan bahwa jumlah tangkapan dan nilai tangkapan ikan pelagis di PPS Bungus mengalami trend kenaikan.

Gambar 4-8 menunjukkan jumlah tangkapan ikan per bulan dan rata-rata jumlah tangkapan tiap musim di perairan Sumatera Barat pada tahun 2015.



Gambar 4-8. Jumlah tangkapan ikan pelagis tiap musim tahun 2015 (Sumber PPS Bungus, 2016)

Musim Barat terjadi di bulan November-Januari. Daerah penangkapan terletak di antar lintang 1° Selatan hingga $2^{\circ}30'$ Selatan dan bujur 98° Timur hingga 100° Timur. Berdasarkan Gambar 4-2, lokasi yang paling sering dilakukan penangkapan (warna merah) adalah pada posisi $1^{\circ}30'$ Selatan- $99^{\circ}30'$ Timur. Dengan demikian jarak dari PPS Bungus ke daerah penangkapan ini adalah ± 72 mil. Rata-rata tangkapan pada musim barat adalah sebesar 393,73 ton.

Pada musim Peralihan I (Februari-April) terdapat dua daerah penangkapan ikan. Daerah penangkapan pertama hampir sama dengan daerah penangkapan pada musim Barat, sehingga jarak dari PPS Bungus ke lokasi ini juga hampir sama yaitu ± 72 mil. Daerah kedua terletak pada ± 157 mil dari PPS Bungus (lihat Gambar 4-2). Rata-rata tangkapan pada musim Peralihan I tahun 2015 adalah sebesar 317,06 ton.

Berdasarkan Gambar 4-2, daerah penangkapan ikan pada musim Timur (Agustus-Oktober) hampir sama dengan daerah penangkapan pada musim Barat yaitu di sekitar Kepulauan Mentawai, walaupun ada beberapa kapal yang melakukan operasi penangkapan dengan jarak hingga ± 100 mil dari PPS Bungus. Akan tetapi daerah yang paling sering dikunjungi adalah berjarak ± 72 mil dari PPS Bungus. Musim Timur adalah disebut musim penangkapan ikan karena terdapat banyak ikan di daerah penangkapan tersebut. Ini terlihat dari rata-rata tangkapan yang mencapai 677,26 ton.

Musim yang paling sedikit dalam rata-rata jumlah tangkapan adalah musim Peralihan II yang terjadi pada bulan Mei hingga Juli. Rata-rata jumlah tangkapan pada musim ini adalah sebesar 287,14 ton. Terdapat dua lokasi penangkapan pada musim ini, yaitu di sekitar Kepulauan Mentawai berjarak ± 72 mil dan di zona laut lepas berjarak ± 157 mil dari PPS Bungus.

Dari keempat musim penangkapan pada Gambar 4-2, dapat disimpulkan bahwa sepanjang tahun hanya terdapat dua daerah penangkapan ikan pelagis, yaitu daerah penangkapan di sekitar kepulauan Mentawai yang berjarak ± 72 mil dan zona laut lepas yang berjarak ± 157 mil dari PPS Bungus. Dari gambar tersebut diketahui pula bahwa lokasi terpadat atau yang paling sering dikunjungi oleh kapal-kapal penangkap ikan adalah di wilayah teritorial Indonesia sekitar Kepulauan Mentawai yang berjarak ± 72 mil dari PPS Bungus. Sedangkan Zona

Ekonomi Eksklusif Indonesia di luar laut teritorial (berjarak \pm 157 mil dari PPS Bungus) masih belum sepenuhnya tereksplorasi. Hal ini terlihat dari jumlah rata-rata tangkapan musim peralihan I dan musim peralihan II masih lebih kecil daripada rata-rata tangkapan pada musim Timur, padahal musim peralihan I dan musim peralihan II terdapat dua lokasi penangkapan ikan pelagis.

(Balai Penelitian Perikanan Laut 2014) melaporkan mengenai komposisi hasil tangkapan ikan pelagis dengan menggunakan kapal *purse seine* dan *longline* di perairan Sumatera Barat yang ditunjukkan melalui Tabel 4-2.

Tabel 4-2. Komposisi hasil tangkapan ikan pelagis

Tahun	Komposisi (%)		
	Pelagis kecil	Pelagis besar	Lainnya
2012	56	12	32
2013	54	23	23
2014	76	9	15
2015	64	7	29

(Sumber: (Balai Penelitian Perikanan Laut 2014)

Berdasarkan tabel Tabel 4-2 diketahui bahwa komposisi tangkapan terbanyak adalah ikan-ikan pelagis kecil sebesar 64% dari seluruh total tangkapan. Yang termasuk dalam ikan-ikan jenis ini adalah teri (*anchovy*), selar (*selaroides leptolepis*), kembung (*rastrelliger*), dan tongkol (*Euthynnus affinis*). Hanya 7 % ikan tangkapan pelagis besar yang didaratkan di PPS Bungus. Yang termasuk dalam kategori ikan pelagis besar adalah kelompok tuna (*Thunnini*), dan tenggiri besar (*Scomberomorus*), dan cakalang (*Katsuwonus*). Hasil tangkapan lain sebanyak 29% merupakan ikan-ikan tangkapan seperti pari, cucut, dan cumi (lihat pengelompokan jenis ikan dalam (Tabel 2-2). Berdasarkan Pusat Informasi pelabuhan Perikanan, harga ikan pelagis besar yaitu tuna segar di PPS Bungus mencapai Rp. 125.733/kg untuk kualitas ekspor dan Rp. 24.000/kg untuk ikan spesies layaran untuk lokal, sedangkan harga lokal untuk ikan pelagis kecil adalah Rp. 24.500/kg untuk ikan spesies tongkol abu-abu (www.pipp.djpt.kkp.go.id, tanggal 24 Juli 2018).

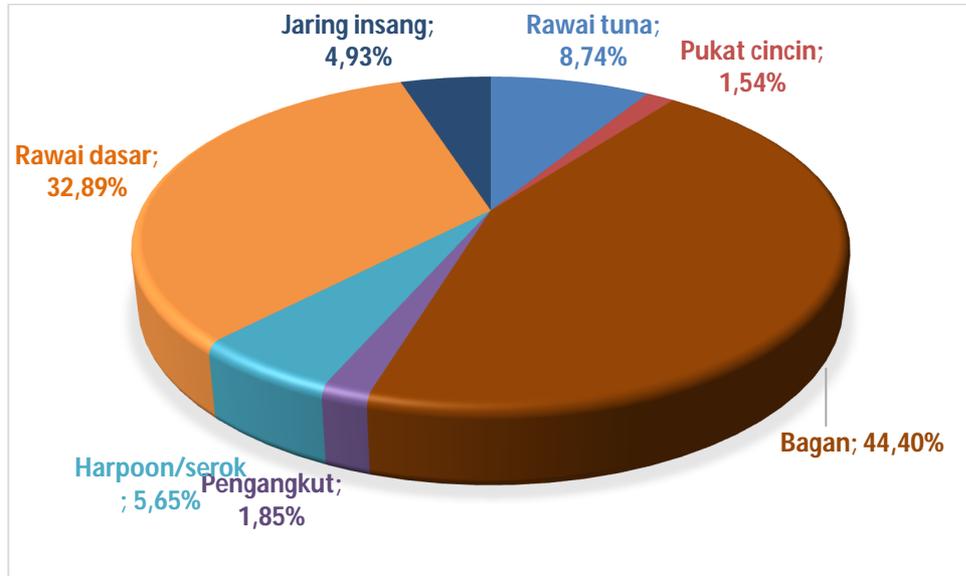
4.4. Kapal Penangkap Ikan

Ikan pelagis merupakan komoditas perikanan yang menjadi sumber tangkapan utama kapal *longline* dan *purse seine*. Ikan ini merupakan ikan yang hidup di perairan dengan kedalaman antara 0-500 meter. Karena habitat perairan yang dalam tersebut, maka ikan pelagis terutama tuna lebih banyak berada di daerah-daerah yang jauh dari pantai. Untuk menangkap ikan pelagis, maka diperlukan kapal yang mampu berlayar selama sehari-hari atau bahkan berminggu-minggu dengan jarak yang jauh dari pangkalan atau pelabuhan. Karena habitatnya yang berada di perairan laut dalam dan berjarak jauh dari pantai itu pula, maka tidak semua tipe kapal penangkap ikan dapat menangkap ikan pelagis yang bernilai ekonomis tinggi ini. Di Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bungus, hanya ada dua tipe kapal penangkap ikan yang dapat menangkap ikan pelagis di daerah dengan kondisi perairan tersebut, yaitu kapal tipe rawai (*longline*), dan kapal tipe pukat cincin (*purse seine*). Berikut adalah data jumlah kapal penangkap ikan pelagis yang berpangkalan di PPS Bungus. Data tersebut diperoleh dari basis data nasional Direktorat Perizinan dan Kenelayanan Kementerian Kelautan dan Perikanan RI.

Pelabuhan Perikanan Samudera (PPS) Bungus disandari kapal-kapal ikan dengan berbagai ukuran mulai dari 10 GT hingga 300 GT, namun yang terbanyak adalah kapal-kapal penangkap ikan sekitar pantai berukuran kurang dari 30 GT. Sedangkan kapal penangkap ikan pelagis dengan daerah penangkapan di Zona Ekonomi Eksklusif Samudera Hindia umumnya merupakan kapal dengan tipe rawai (*longline*) dan pukat cincin (*purse seine*) berukuran lebih dari 30 GT.

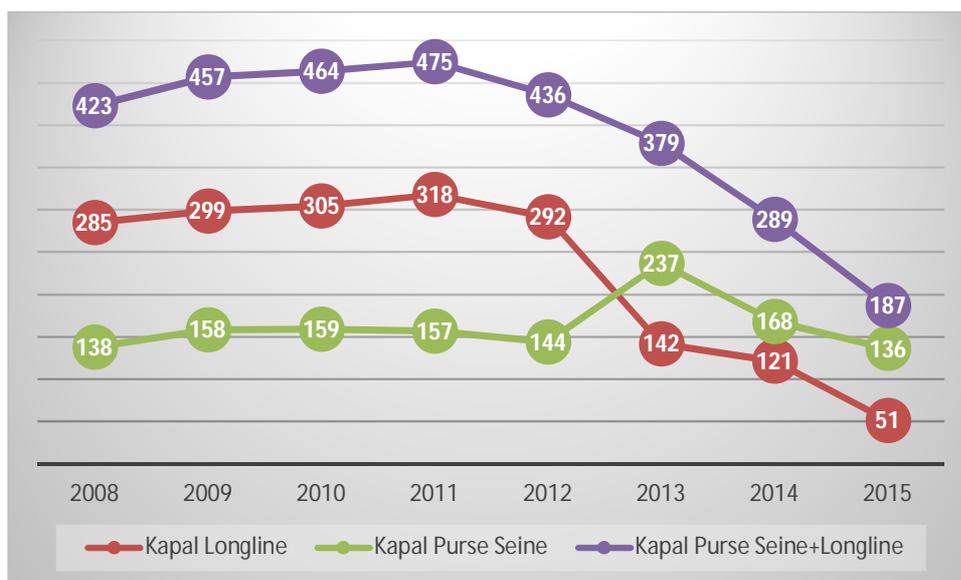
Kenaikan jumlah kapal penangkap akan mempengaruhi produksi tangkapan keseluruhan dan nilai produksinya. Dengan demikian, jumlah kapal di PPS Bungus akan mempengaruhi jumlah ikan yang ditangkap dan didaratkan di PPS Bungus. Berdasarkan Gambar 4-9, kunjungan kapal PPS Bungus didominasi oleh kapal penangkap ikan tipe rawai dasar dengan persentase 32,89% dari seluruh kunjungan kapal di tahun 2015. Kapal-kapal ini adalah kapal-kapal yang melakukan operasi penangkapan ikan di perairan berjarak 0-12 mil dari daratan. Target tangkapan kapal ikan tipe rawai dasar adalah ikan-ikan demersal atau ikan yang berhabitat di dasar perairan seperti kakap, kerapu, dsb. Kapal tipe bagan

adalah kapal penangkap ikan teri. Kapal tipe bagan ini menempati posisi kedua dari proporsi tipe kapal yang berkunjung ke PPS Bungus. Kapal-kapal penangkap ikan pelagis, yaitu kapal *purse seine* dan kapal *longline* merupakan kapal yang paling sedikit berkunjung dan melakukan aktifitas bongkar muat di PPS Bungus.



Gambar 4-9. Proporsi tipe kapal penangkap ikan yang berkunjung di PPS Bungus tahun 2015 (Sumber:PPS Bungus 2016)

Gambar 4-10 menunjukkan perkembangan jumlah kapal penangkap ikan pelagis di PPS Bungus. Gambar 4-10 menunjukkan bahwa sejak tahun 2008 hingga tahun 2015 telah terjadi penurunan jumlah kapal penangkap ikan pelagis yang terdaftar di PPS Bungus. Penurunan yang sangat drastis terjadi pada kapal tipe *longline*, dari 285 unit kapal di tahun 2008 menjadi hanya 51 unit kapal di tahun 2015. Tahun 2013 sepertinya telah terjadi peralihan alat penangkap ikan di PPS Bungus karena pada tahun tersebut jumlah kapal *purse seine* mengalami kenaikan sedangkan jumlah kapal *longline* justru mengalami penurunan.



Gambar 4-10. Jumlah kapal penangkap ikan pelagis di PPS Bungus

Tabel 4-3. Jumlah kapal penangkap ikan pelagis dan kapal penampung yang berpangkalan di PPS Bungus tahun 2015)

Jenis Kapal	Ukuran Kapal			Total
	29-50 GT	51-90 GT	≥ 91 GT	
Longline	27	0	24	51
Purse Seine	0	56	80	136
Kapal penampung	0	0	1	1
Total	27	56	105	188

(Sumber: Direktorat Perizinan dan Kenelayanan KKP, 2016, diolah kembali)

Tabel 4-3 menunjukkan jumlah kapal yang terdaftar di PPS Bungus berdasarkan ukuran kapal. Kapal penangkap ikan terbanyak adalah kapal-kapal berukuran lebih dari 91 GT, yaitu 55,85% dari seluruh kapal ikan yang terdaftar di PPS Bungus. Dari 55,85% tersebut, sebanyak 76,19% merupakan kapal tipe *purse seine*. Persentase kapal tipe *longline* hanya sebesar 27,12% dari seluruh kapal ikan yang terdaftar di PPS Bungus, dan tidak ada dominasi ukuran untuk kapal tipe *longline* karena proporsi kapal tipe *longline* ukuran kecil (29-50 GT) dengan ukuran besar (≥ 91 GT) adalah seimbang.

Tabel 4-4 menunjukkan ukuran kapal penangkap ikan yang menjadi objek penelitian, yaitu kapal ikan tipe *purse seine* dan *longline*.

Tabel 4-4. Ukuran kapal penangkap ikan

Tipe Kapal	Gross Tonnage	LOA	Breadth (B)	Depth (H)	Draft (T)
Purse seine	117 GT	31,7 m	7,61 m	2,57 m	2,1 m
Longline	29 GT	18,5 m	4,6 m	1,8 m	1,2 m

(Sumber: PPS Bungus, 2016)

Selain ukuran kapal, lama waktu operasi penangkapan atau trip penangkapan dan pola operasi penangkapan menyebabkan biaya operasi penangkapan mengalami perbedaan. Tabel 4-5 menunjukkan perbandingan lama operasi, kebutuhan operasional, dan biaya operasi per trip setiap ukuran kapal penangkap ikan di PPS Bungus.

Tabel 4-5. Kebutuhan operasi penangkapan tiap tipe kapal penangkap ikan

No	Kebutuhan	Longline 29 GT	Purse Seine 117 GT
1	Biaya Operasi	Rp. 140.070.000	Rp. 116.500.400
2	BBM	20.000 liter	15.000 liter
3	Pelumas	90 liter	70 liter
4	Air tawar	1.000 liter	4.200 liter
5	Umpan	1.000kg	0
6	Freon	2 tabung	0
7	Es	0	7.500 kg
8	Rumpon	0	112 lembar
9	Beras	80 kg	400 kg
10	Operasi per trip	16 hari	2 bulan
11	Jumlah trip/tahun	16 trip	5 trip

Sumber : (data diolah kembali)

Tabel 4-5 juga menunjukkan bahwa setiap tipe kapal memiliki kebutuhan operasi penangkapan per trip yang berbeda-beda. Biaya operasi kapal tipe *longline* adalah lebih besar dibandingkan dengan biaya operasi kapal *purse seine*. Kapal *longline* berukuran 29 GT dan kapal *purse seine* berukuran 117 GT, walaupun daerah operasi penangkapannya sama, namun biaya operasinya adalah lebih besar kapal tipe *longline*. Penyebab biaya operasi yang berbeda tersebut adalah karena pola operasi penangkapan yang berbeda. Operasi penangkapan kapal *longline* membutuhkan konsumsi bahan-bakar yang jauh lebih besar dibandingkan kapal tipe *purse seine*. Selain konsumsi bahan bakar, yang menyebabkan biaya operasi penangkapan *longline* lebih besar adalah karena kapal ini memerlukan umpan

untuk menangkap ikan, sedangkan kapal pukat cincin (*purse seine*) tidak memerlukan umpan dalam operasi penangkapannya. Kapal pukat cincin hanya menggunakan rumpon atau rangkaian daun kelapa sebagai alat bantu penangkapannya.

Biaya operasi penangkapan ikan juga dipengaruhi oleh cara mempertahankan mutu ikan hasil tangkapan. Terdapat perbedaan dalam cara mempertahankan ikan hasil tangkapan yang dilakukan oleh kapal type *longline* dan *purse seine*. Tabel 4-5 menunjukkan bahwa kapal *longline* tidak memerlukan es untuk menjaga mutu ikan hasil tangkapannya. Sebagai pengganti es, kapal-kapal *longline* dilengkapi dengan palka refrigerasi sehingga hanya freon yang dipersiapkan agar palka refrigerasi tersebut bekerja dengan baik. Kapal *purse seine* di PPS Bungus adalah kapal yang terbuat dari kayu dengan palka ikan yang tidak memiliki mesin refrigerasi, sehingga kapal-kapal ini memerlukan es dalam rangka menjaga mutu ikan hasil tangkapan. Dalam satu trip penangkapan, kapal *purse seine* berukuran 117 GT yang beroperasi selama 2 bulan membutuhkan 7,5 ton es untuk menjaga mutu ikan, sedangkan kapal *longline* 29 GT hanya membutuhkan 2 tabung freon.

BAB 5.

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1. Analisis Pola Operasi Kapal Penangkap Ikan dan Pelabuhan Perikanan Terapung

5.1.1. Analisis Pola Operasional Kapal Penangkap Ikan

5.1.1.1. Pola Operasi Kapal Tipe *Longline* 29 GT

Dalam satu trip operasi penangkapan, kapal *longline* 29 GT berlayar selama 16 hari. Dalam satu tahun dapat beroperasi sebanyak 16 trip. Jumlah hari ini sudah termasuk perjalanan pulang-pergi dari pelabuhan ke daerah penangkapan, pencarian ikan (*streaming*), dan operasi penangkapan ikan. Kapal ini biasanya membawa pancing sebanyak 1.000 hingga 1.500 mata pancing dengan panjang tali pancing utama 1 km hingga 1,5 km, dan jumlah umpan sebanyak 1 ton berupa ikan-ikan pelagis kecil seperti lemuru, cumi, atau bandeng yang telah dibekukan (lihat Tabel 4-5).

Keberangkatan dari pelabuhan umumnya dilakukan pada pagi hari pukul 08.00 WIB. Operasi penangkapan dimulai dengan proses penebaran pancing (*setting*) yang dilakukan pada pagi hari pukul 04.00 WIB hingga 10.00 WIB, dan diakhiri dengan pengangkatan pancing (*hauling*) pada sore hari pukul 17.00 hingga selesai. Kecepatan kapal pada saat penebaran pancing adalah sekitar 5 knot, sedangkan pada saat pengangkatan pancing adalah 2-3 knot. Pukul 10.00 hingga pukul 17.00 merupakan masa tunggu pemancingan dengan kondisi kapal dibiarkan hanyut.

Ikan yang menjadi target tangkapan utama adalah ikan tuna, namun sering dijumpai ikan-ikan lain yang tertangkap seperti cucut, gindara, tenggiri, marlin, hingga cakalang. Ikan yang tertangkap diproses secara sederhana, yaitu dibuang insang dan sirip-siripnya untuk kemudian langsung dimasukkan ke dalam palka berpendingin agar ikan membeku. Proses operasi penangkapan ini dilakukan setiap hari selama 14 hari dengan waktu libur operasi antara 1 hingga 3 kali. Ikan cucut yang tertangkap biasanya hanya diambil bagian siripnya saja, sedangkan bagian tubuhnya dibuang ke laut.

5.1.1.2. Pola Operasi Kapal Purse Seine 117 GT

Dalam satu trip operasi penangkapan, kapal *purse seine* 117 GT berlayar selama 2 bulan, dan dalam satu tahun dapat beroperasi sebanyak 5 trip. Jumlah hari ini sudah termasuk perjalanan pulang-pergi dari pelabuhan ke daerah penangkapan, pencarian ikan (*steaming*), dan operasi penangkapan ikan. Kapal ini membawa alat tangkap berupa jaring sepanjang \pm 800 meter hingga 1.500 meter, serta rumpon atau rangkaian daun kelapa sebagai alat bantu penangkapan

Keberangkatan kapal *purse seine* dari pelabuhan umumnya dilakukan pada pagi hari pukul 08.00 WIB. Operasi penangkapan dimulai sejak tiba di daerah penangkapan dengan melakukan proses pencarian gerombolan ikan di siang hari. Apabila ditemukan gerombolan ikan, maka jaring segera diturunkan (*setting*) dengan cara mengepung gerombolan ikan tersebut. Proses setting ini hanya memerlukan waktu 10-20 menit, dan selanjutnya jaring ditarik kembali oleh para ABK keatas kapal (*hauling*) dengan waktu antara 2-3 jam tergantung banyaknya ikan yang tertangkap. Jika tidak ditemukan gerombolan ikan pada siang hari, maka pada sore hari rumpon diturunkan. Setelah menunggu 3 jam hingga 5 jam, jaring diturunkan dengan cara mengepung rumpon tersebut. Dalam satu hari, jaring bisa diturunkan sebanyak 2-3 kali, dan proses ini dilakukan setiap hari kecuali jika jaring bermasalah.

Ikan yang menjadi target tangkapan utama adalah ikan tongkol, dan cakalang, kembung, selar, dsb. Selain itu tidak jarang tertangkap ikan tuna, akan tetapi komposisi hasil tangkapan tongkol dan cakalang jauh lebih besar dibandingkan dengan spesies tuna. Ikan yang tertangkap tidak diproses seperti pada tipe kapal *longline*, kecuali ikan tuna. Karena ukuran ikan tangkapan yang kecil dan berjumlah banyak, serta palka ikan yang tidak berpendingin, maka ikan tangkapan langsung dimasukkan ke dalam palka dengan dicampur es yang telah dihancurkan/dihaluskan.

5.1.2. Analisis Pola Operasional Pelabuhan Perikanan Terapung

Pelabuhan perikanan terapung adalah berupa ponton terapung yang di atasnya dilengkapi dengan fasilitas-fasilitas Tempat Pendaratan Ikan (TPI), *cold*

storage, tangki bahan bakar, tangki air tawar, gudang perbekalan, dan pabrik es. Pelabuhan perikanan terapung ditempatkan diatas permukaan air laut yang jauh dari daratan namun masih berada di wilayah perairan Sumatera Barat. Sisi ponton digunakan sebagai dermaga untuk bersandar kapal-kapal ikan. Pelabuhan perikanan terapung berfungsi untuk menampung ikan hasil tangkapan dan menyediakan perbekalan operasi penangkapan ikan. Waktu operasional pelabuhan perikanan terapung ini adalah 24 jam.

Pola operasional pelabuhan perikanan terapung mencakup tiga aktifitas, yaitu aktifitas pembongkaran ikan hasil tangkapan, aktifitas pemuatan ikan hasil tangkapan oleh kapal pengangkut ikan untuk dikirimkan ke PPS Bungus sebagai tujuan akhir, serta aktifitas pemuatan logistik kapal penangkap ikan.

5.1.2.1. Aktifitas Pembongkaran Ikan Hasil Tangkapan

Aktifitas ini dimulai ketika kapal penangkap ikan bersandar di dermaga pelabuhan perikanan terapung. Kapal-kapal ikan yang membawa hasil tangkapannya mengantri untuk bersandar di pelabuhan perikanan terapung. Jika kapal telah bersandar di dermaga, maka ikan hasil tangkapan diturunkan dari kapal yang selanjutnya dibawa ke area pendaratan ikan untuk ditimbang.

Ikan yang telah di timbang selanjutnya dikirim ke konsumen akhir untuk diproses menjadi produk-produk olahan. Jika tidak tersedia alat transportasi untuk melakukan pengiriman, maka ikan yang telah ditimbang tersebut dimasukkan ke dalam *cold storage* yang telah tersedia di pelabuhan terapung. Lama ikan di dalam *cold storage* tidak boleh lebih dari tujuh hari sejak ikan tersebut dimasukkan. Waktu optimal penyimpanan ikan di dalam *cold storage* adalah 4 hari. Ikan yang sudah melakukan proses timbang dapat dimuat ke kapal pengangkut untuk selanjutnya dikirim ke pelabuhan daratan sebagai tujuan akhir ikan. Aktifitas pembongkaran ikan hasil tangkapan dari kapal penangkap ikan ke pelabuhan perikanan terapung dapat dilakukan setiap hari.

Kapal ikan yang sudah melakukan aktifitas pembongkaran ikan hasil tangkapan kemudian bergeser ke dermaga yang khusus digunakan sebagai tempat istirahat kapal sementara dan sekaligus sebagai tempat pengisian perbekalan. Di tempat ini, kapal-kapal penangkap ikan mengisi perbekalan untuk operasi

penangkapan ikan berikutnya. Perbekalan yang dipersiapkan adalah meliputi bahan bakar, solar, es, bahan makanan, air tawar, pelumas, dan umpan. Kapal segera meninggalkan pelabuhan terapung menuju daerah penangkapan (*fishing ground*) kembali jika semua perbekalan siap di atas kapal.

5.1.2.2. Aktifitas Pemuatan Ikan Hasil Tangkapan oleh Kapal Pengangkut

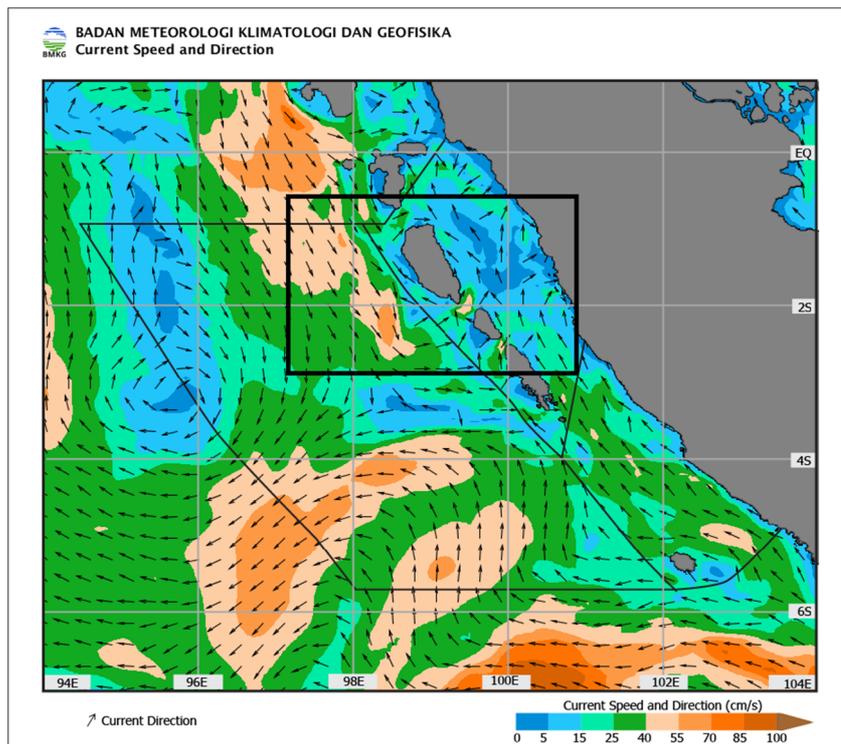
Aktifitas ini dimulai pada saat kapal pengangkut tiba di pelabuhan perikanan terapung. Ikan-ikan yang sudah melakukan proses timbang atau yang berada di *cold storage* dimuat ke kapal pengangkut hingga kapasitas kapal pengangkut terisi maksimal. Aktifitas ini tidak dilakukan setiap hari namun disesuaikan dengan jadwal kedatangan kapal pengangkut. Setelah kapal pengangkut terisi penuh dengan muatan ikan, maka kapal akan segera berlayar menuju pelabuhan daratan sebagai tujuan akhir muatan ikan.

Pembangunan pelabuhan perikanan terapung diawali dengan menghitung potensi lestari sumberdaya ikan. Hasil perhitungan potensi lestari sumberdaya ikan merupakan data acuan untuk menentukan jumlah kapal ikan yang akan dilayani oleh pelabuhan perikanan terapung tersebut.

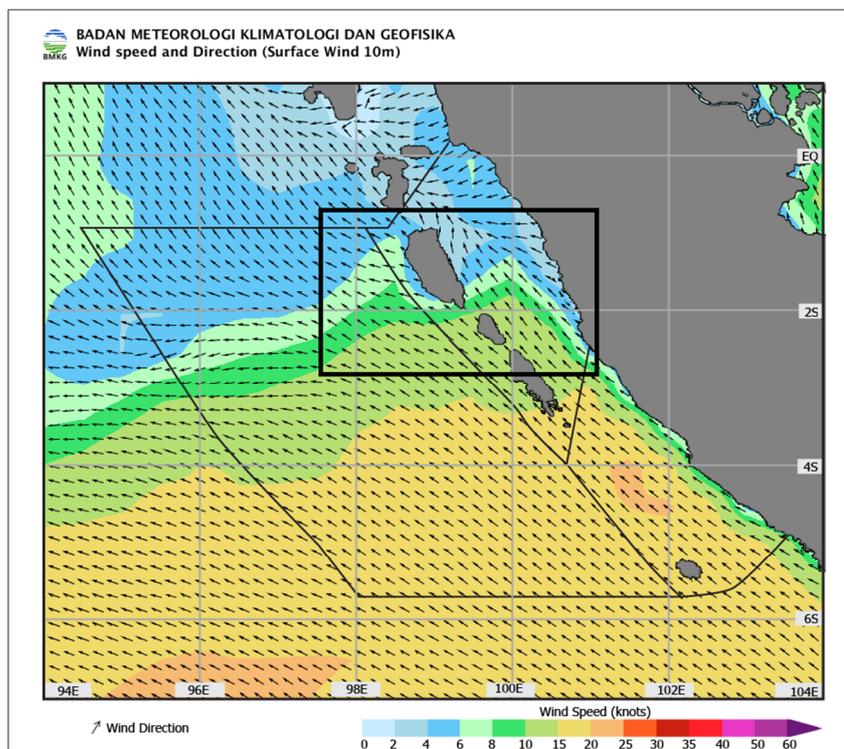
5.2. Analisis Lokasi Pelabuhan Perikanan Terapung

Dalam menentukan lokasi pelabuhan perikanan terapung, maka harus diperhatikan keadaan oseanografi dari perairan Sumatera Barat. keadaan oseanografi meliputi prakiraan tinggi gelombang laut, arus laut, dan arus angin.

Gambar 5-1 menunjukkan pola dan kecepatan arus laut di perairan Sumatera Barat. Kecepatan arus laut yang terjadi di sebelah barat Pulau Siberut dapat mencapai 25 cm/detik hingga 85 cm/detik (ditunjukkan oleh warna hijau dan warna kuning). Hanya di sisi pantai Barat Pulau Siberut kecepatan arus relatif rendah, yaitu 0-25 cm/detik (warna biru). Daerah perairan antara Pulau Siberut dan Pulau Sipora cenderung memiliki arus laut yang tinggi, yaitu 40 hingga 55 cm/detik. Melewati selat tersebut menuju perairan pedalaman, arus laut cenderung berkurang menjadi 0 cm/detik hingga 55 cm/detik. Arus laut di perairan pedalaman ini bergerak dari arah tenggara menuju barat laut, sedangkan di bagian barat Pulau Siberut, arus bergerak dari barat laut mengarah ke barat daya.



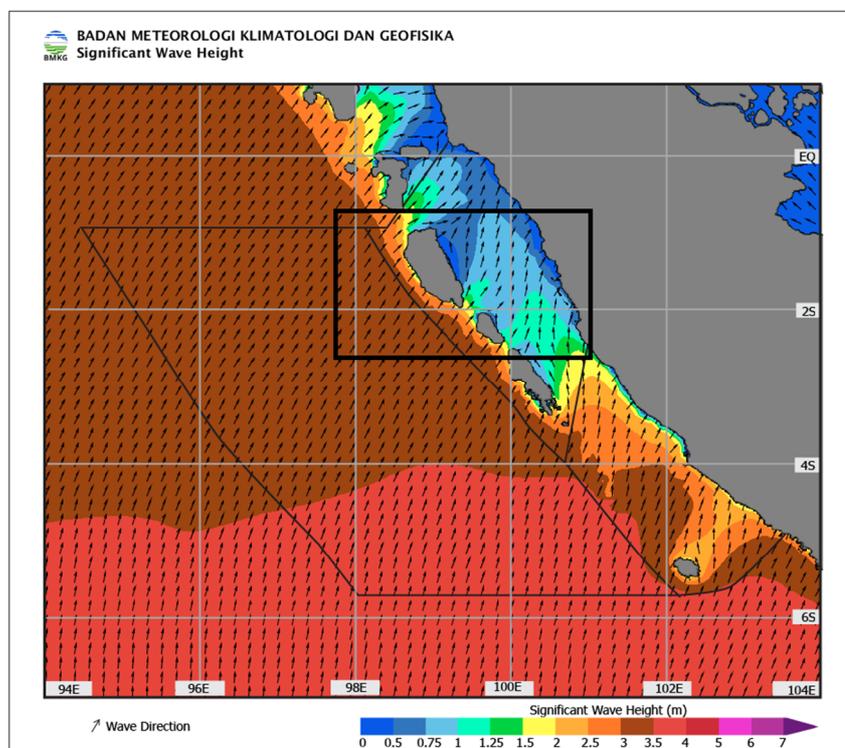
Gambar 5-1. Pola dan kecepatan arus laut di perairan Sumatera Barat (Sumber: BMKG, 2018)



Gambar 5-2. Pola dan kecepatan angin di perairan Sumatera barat (Sumber: BMKG, 2018)

Gambar 5-2 menunjukkan pola dan kecepatan angin di perairan Sumatera Barat. Arah angin bergerak dari tenggara menuju barat laut dengan kecepatan 15-20 knot (warna kuning). Setelah sampai di Pulau Pagai Selatan dan pagai Utara, kecepatan angin melemah hingga menjadi 10-15 knot (hijau muda), dan semakin berkurang ketika sampai di perairan antara Pulau Siberut dan Pulau Sipora. Dari bagian utara Pulau Sipora terus ke tenggara, kecepatan angin melemah hingga mencapai 4 knot (warna biru).

Gelombang laut di perairan Sumatera Barat sangat tinggi. Pada bagian laut lepas sebelah barat Pulau Siberut, tinggi gelombang dapat mencapai 3 meter hingga 3,5 meter (ditunjukkan oleh warna coklat). Ketika sampai di pantai barat Kepulauan Mentawai, tinggi gelombang masih tinggi yaitu antara 2,5 meter hingga 3 meter (ditunjukkan oleh warna oranye). Keadaan gelombang laut yang relatif tenang terdapat di perairan antara Kepulauan Mentawai dengan Pulau Sumatera, dimana gelombang tertinggi adalah hanya 1,5 meter di perairan antara Pulau Siberut dan Pulau Sipora (warna hijau), sedangkan setelah melewati perairan tersebut gelombang laut sangat tenang dengan ketinggian hanya 1 meter.



Gambar 5-3. Pola dan ketinggian gelombang di perairan Sumatera Barat (Sumber BMKG, 2018)

Gambar 5-4 menunjukkan titik koordinat lokasi pelabuhan perikanan terapung, yaitu $1^{\circ}45,60'$ Selatan- $99^{\circ}38,00''$ Timur. Lokasi ini adalah lokasi yang ideal dengan dasar pertimbangan kondisi arus laut, angin, dan gelombang tersebut. Ketinggian gelombang di perairan ini hanya mencapai 1 meter dengan kecepatan arus laut tidak lebih dari 15 cm/detik. Keadaan angin di perairan ini sangat tenang, yaitu antara 0-8 knot sehingga cocok untuk berlabuh kapal-kapal ikan. Jarak dari PPS Bungus menuju lokasi pelabuhan terapung ini adalah antara 60-75 mil laut.



Gambar 5-4. Koordinat lokasi pelabuhan perikanan terapung

5.3. Analisis Potensi Sumberdaya Ikan

Data hasil tangkapan yang digunakan untuk pendugaan potensi sumberdaya ikan pelagis seluruhnya berasal dari kapal ikan tipe *longline* dan kapal *purse seine* yang terdaftar di PPS Bungus. Kapal ikan tipe *longline* dan *purse seine* merupakan kapal ikan yang beroperasi menangkap ikan-ikan pelagis di perairan Sumatera Barat. Tabel 5-1 merupakan data tangkapan dan upaya penangkapan ikan pelagis di perairan Sumatera Barat oleh kedua tipe kapal ikan tersebut yang disusun secara *time series* dari tahun 2008-2015. Produksi tangkapan dan upaya penangkapan pada Tabel 5-1 merupakan data yang mencerminkan kondisi perikanan tangkap

saat ini. Data ini digunakan untuk menentukan jumlah stok ikan pelagis yang tersedia setiap tahun.

Tabel 5-1. Produksi tangkapan ikan pelagis dan upaya penangkapan tahun 2008-2015 di perairan Sumatera Barat

Tahun	Produksi (ton)		Upaya (trip)	
	Longline	Purse Seine	Longline	Purse Seine
2008	548,87	214,86	1425	690
2009	3493,04	1237,68	1495	790
2010	320,70	201,10	1525	795
2011	3555,51	444,89	1590	785
2012	3037,96	1117,52	1460	720
2013	334,20	3922,68	710	1185
2014	2492,87	720,51	605	840
2015	1090,05	3935,04	552	1408

Sumber: PPS Bungus (2016) (data diolah)

Berdasarkan Tabel 5-1 diatas, produktifitas tiap tipe kapal penangkap ikan dapat dihitung dengan cara membagi produksi tangkapan dengan upaya penangkapan. Hasil pembagian tersebut ditunjukkan oleh Tabel 5-2.

Tabel 5-2. Produktivitas tiap tipe kapal ikan

Tahun	Produktivitas (ton/trip)	
	longline	purse seine
2008	0,39	0,31
2009	2,34	1,57
2010	0,21	0,25
2011	2,24	0,57
2012	2,08	1,55
2013	0,47	3,31
2014	4,12	0,86
2015	1,97	2,79
Jumlah	13,81	11,21
Rata-rata	1,73	1,40

Sumber: PPS Bungus (2016)(data diolah)

Perbedaan produktifitas masing-masing alat tangkap mencerminkan karakter alat penangkap ikan yang berbeda. Maka perlu dilakukan standarisasi produktifitas alat tangkap atau kapal ikan. Standarisasi produktifitas merupakan penyetaraan suatu alat tangkap dengan alat tangkap lainnya. Standarisasi alat tangkap diawali dengan menentukan nilai indeks tipe kapal satu dengan tipe kapal

lainnya. Nilai indeks = 1 adalah kapal ikan yang memiliki produktifitas paling tinggi. Berdasarkan Tabel 5-2 diketahui bahwa kapal *longline* memiliki produktifitas lebih tinggi dari kapal *purse seine*, sehingga kapal *longline* diberi nilai indeks = 1. Tabel 5-3 adalah nilai indeks masing-masing tipe kapal ikan.

Tabel 5-3. Nilai index tiap tipe kapal ikan

	Longline	Purse seine
Produktivitas	13,81	11,21
Indeks alat tangkap	1,00	0,81

Sumber: PPS Bungus (2016)(data diolah)

Setelah nilai indeks diketahui, selanjutnya dilakukan standardisasi upaya penangkapan, yaitu dengan cara mengalikan nilai indeks tiap tipe kapal ikan dengan upaya masing-masing (lihat Lampiran 1). Hasil perhitungan standardisasi upaya penangkapan ditunjukkan oleh Tabel 5-4.

Tabel 5-4. Standardisasi upaya penangkapan

Tahun	Longline (trip)	Purse seine (trip)	Total upaya standar (trip)
2008	1425	560	1985
2009	1495	641	2136
2010	1525	645	2170
2011	1590	637	2227
2012	1460	584	2044
2013	710	962	1672
2014	605	682	1287
2015	552	1143	1695

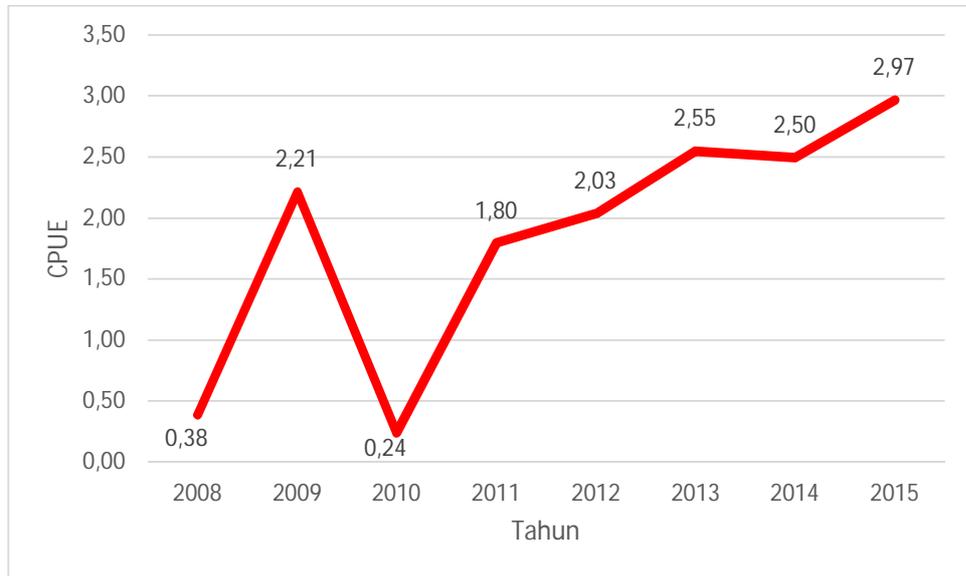
Sumber: PPS Bungus (2016)(data diolah)

Upaya tangkap standar digunakan untuk menentukan nilai *Catch Per Unit of Effort* (CPUE).

5.3.1. Produktifitas Per Satuan Upaya Penangkapan (CPUE)

CPUE atau *Catch per Unit of Effort* dapat disebut juga sebagai produktifitas standar suatu usaha penangkapan tahunan atau hasil tangkapan per satuan upaya penangkapan. Persamaan CPUE adalah sama dengan persamaan produktifitas tangkapan namun telah dilakukan standardisasi upaya penangkapan. Dengan demikian hasil pembagian antara total produksi tangkapan pada Tabel 5-1

dengan upaya penangkapan standar pada Tabel 5-4 membentuk grafik CPUE di perairan Sumatera Barat seperti ditunjukkan oleh Gambar 5-5.



Gambar 5-5. CPUE di perairan Sumatera Barat tahun 2008-2015. Sumber: PPS Bungus (2016)(data diolah)

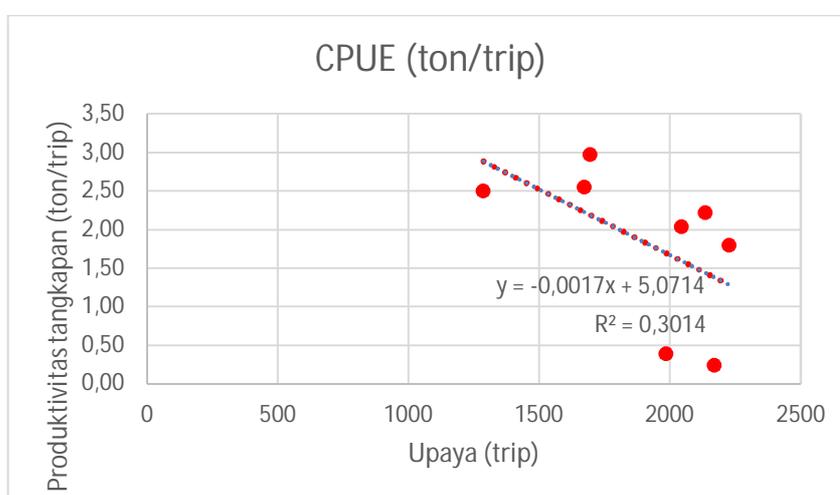
Nilai CPUE setiap tahun tersebut akan digunakan sebagai input untuk menentukan jumlah tangkapan lestari.

5.3.2. Jumlah Tangkapan Lestari

Jumlah tangkapan lestari merupakan tangkapan yang diperoleh oleh seluruh kapal penangkap ikan namun tidak mengganggu keberlangsungan hidup sumberdaya ikan tersebut. Dengan kata lain, kegiatan penangkapan ikan tersebut tidak akan menyebabkan kelangkaan sumberdaya ikan di tempat tersebut. Jumlah tangkapan lestari diperoleh dengan cara menghubungkan CPUE dengan upaya tangkap dalam persamaan linier. Dari persamaan linier tersebut akan diperoleh jumlah tangkapan lestari dari seluruh unit kapal penangkap ikan dalam kurun waktu satu tahun. Jumlah ikan yang boleh ditangkap di wilayah Zona Ekonomi Eksklusif, menurut Peraturan Pemerintah (PP) Republik Indonesia No.15/1984 tentang Pengelolaan Sumber Daya Alam Hayati di ZEE Indonesia, setinggi-tingginya adalah 90% dari jumlah tangkapan maksimum lestari (MSY). Sementara jumlah ikan yang boleh ditangkap menurut Kepmentan No. 995/Kpts/IK210/9/99 tentang Potensi Sumber Daya Ikan dan Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan di Wilayah Perairan Indonesia adalah sebesar 80%.

Berdasarkan ketentuan ini, maka angka yang sering digunakan dalam menentukan jumlah ikan yang boleh ditangkap adalah 80% dari potensi sumber daya ikan lestari (MSY).

Gambar 5-6 menunjukkan hubungan CPUE atau produktifitas tangkapan dengan upaya penangkapan pada penangkapan ikan pelagis di perairan Sumatera Barat. Penentuan persamaan garis pada Gambar 5-6 dilakukan dengan metode regresi linier sederhana yang merupakan metode untuk menguji sejauh mana hubungan sebab akibat antara upaya penangkapan (X) terhadap variabel akibatnya (Y) yaitu produktifitas tangkapan



Gambar 5-6. Hubungan produktifitas tangkapan (CPUE) dengan upaya penangkapan dalam persamaan linier

Dari Gambar 5-6 diperoleh persamaan $CPUE = -0.0017x + 5,0714$, dengan nilai a (*intercept*) = 5,0714 dan nilai b (*slope*) = -0.0017. Jumlah tangkapan lestari adalah menurut Schaefer dalam (Spare dan Venema 1999) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}
 Q_{MSY} &= -0,25 * \left(\frac{a^2}{b}\right) \\
 &= -0,25 * \left(\frac{5,07^2}{0,0017}\right) \\
 &= 3.782,22 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

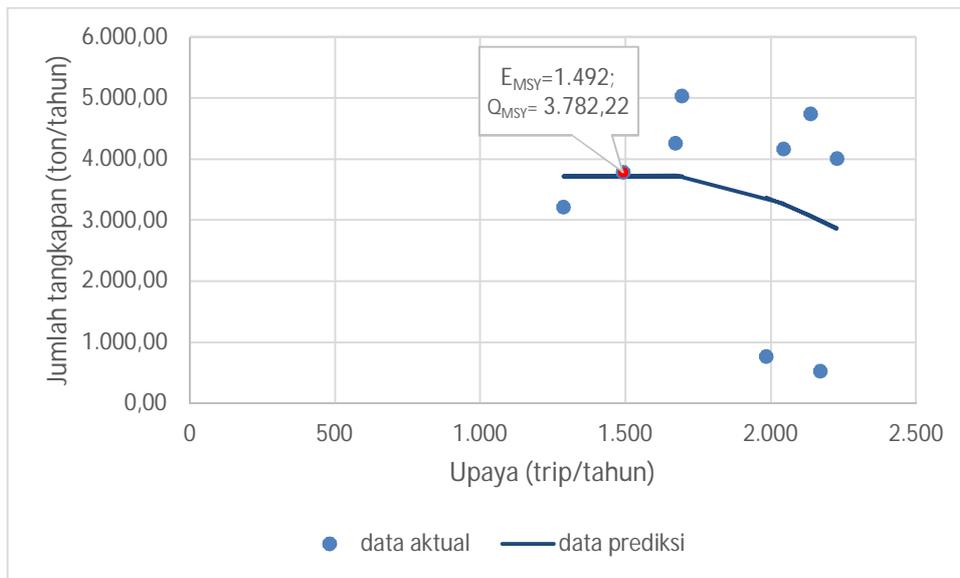
Dengan upaya tangkap lestari sebanyak :

$$E_{MSY} = -0,5 * \left(\frac{a}{b}\right)$$

$$= -0,5 * \left(\frac{5,07}{0,0017} \right)$$

$$= 1.492 \text{ trip}$$

Dari jumlah tangkapan lestari tersebut, maka jumlah ikan pelagis yang boleh ditangkap di perairan Sumatera Barat adalah $80\% \times 3.782,22 \text{ ton} = 3.025,78 \text{ ton/tahun}$. Adapun perhitungan dalam membuat grafik MSY dapat dilihat pada Lampiran 2 dengan hasil grafik MSY ditunjukkan oleh Gambar 5-7.



Gambar 5-7. *Maximum Sustainable Yield* ikan pelagis di perairan Sumatera Barat

Nilai dari jumlah ikan yang boleh ditangkap dan jumlah upaya tangkap lestari digunakan sebagai acuan dalam menentukan jumlah kapal penangkap ikan yang akan dilayani atau diijinkan oleh pelabuhan perikanan terapung.

5.4. Optimasi Jumlah Kapal Penangkap Ikan

Untuk memperoleh jumlah kapal penangkap ikan, maka digunakan dua metode optimasi, yaitu :

1. Metode *linear programming* untuk menentukan target tangkapan masing-masing tipe kapal dengan.
2. Metode *linear goal programming* untuk menentukan jumlah kapal penangkap ikan dengan.

5.4.1. Metode *linear programming* untuk menentukan target tangkapan

Tujuan dari optimasi yang dilakukan adalah untuk memperoleh jumlah tangkapan maksimum yang ditangkap oleh seluruh kapal. Tabel 5-5 menunjukkan variabel penentu keputusan dalam mencapai tujuan tersebut.

Tabel 5-5. Variabel penentu keputusan jumlah tangkapan maksimal

Tipe Kapal	upaya penangkapan (trip)	tangkapan per trip (ton)
Kapal longline	E_1	1,97
Kapal purse seine	E_2	2,79

Formulasi fungsi tujuan adalah sebagai berikut:

$$\text{Tangkapan maksimum} = \sum_{i=1}^2 C_i \quad (5.1)$$

$$= 1,97E_1 + 2,79E_2 \quad (5.1.1)$$

E_1 dan E_2 adalah jumlah total upaya penangkapan untuk masing-masing tipe kapal, yaitu total upaya penangkapan kapal *longline* (E_1) dan total upaya penangkapan kapal *purse seine* (E_2). Nilai 1,97 dan 2,79 adalah masing-masing jumlah tangkapan per upaya dari kapal *longline* dan kapal *purse seine*. Nilai ini merupakan produktifitas tangkapan atau *Catch per Unit of Effort* (CPUE) tahun terakhir pada data produktifitas penangkapan di Tabel 5-2.

Kendala untuk mencapai tujuan adalah sebagai berikut:

1. Kendala upaya tangkap yang lestari (E_{MSY}). Model persamaannya adalah sebagai berikut:

$$\sum_{i=1}^2 E_i \leq 1.492 \quad (5.2)$$

2. Kendala jumlah tangkapan yang diperbolehkan. Model persamaannya adalah sebagai berikut:

$$1,97E_1 + 2,79E_2 \leq 3.025,78 \quad (5.3)$$

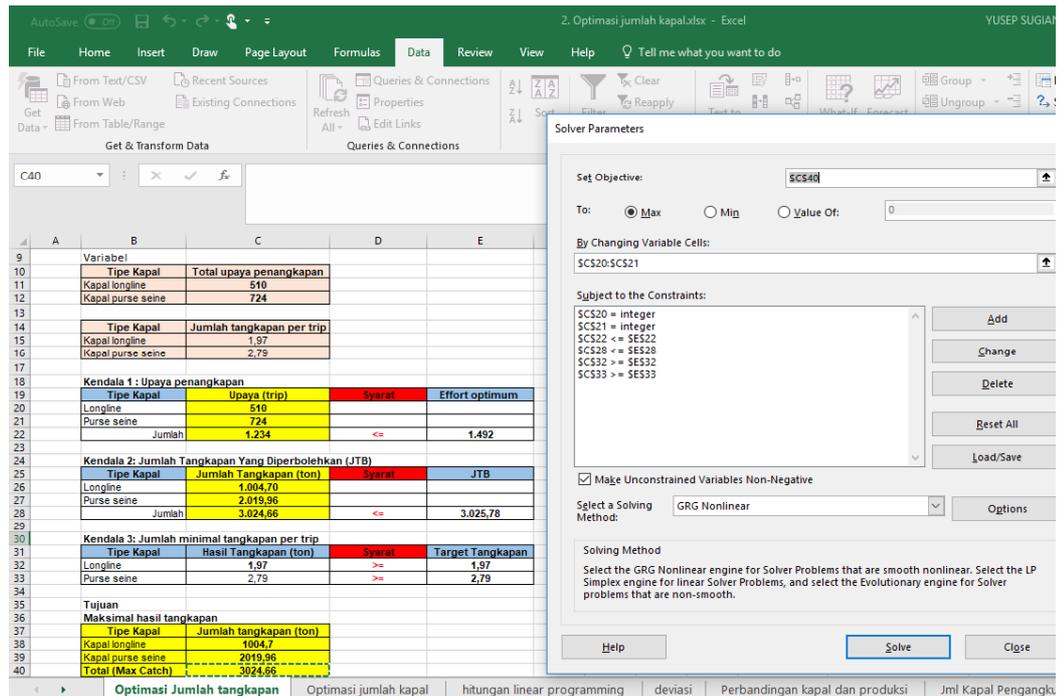
3. Kendala jumlah tangkapan per upaya tiap kapal. Model persamaannya adalah sebagai berikut:

$$c_1 \geq 1,97 \quad (5.4)$$

$$c_2 \geq 2,79 \quad (5.5)$$

Untuk c_1 dan c_2 masing-masing adalah jumlah tangkapan per upaya kapal *longline* dan kapal *purse seine*.

Optimasi dilakukan dengan menggunakan *add-ins* solver pada Microsoft Excel. Tampilan pada layar komputer untuk proses optimasi ditampilkan oleh Gambar 5-8.



Gambar 5-8. Tampilan layar proses optimasi jumlah tangkapan maksimum dengan *Solver Microsoft Excel*

Adapun hasil optimasi jumlah tangkapan tersebut dirangkum dalam Tabel 5-6.

Tabel 5-6. Hasil optimasi jumlah tangkapan maksimum dengan *Linear Programming*

Tipe Kapal	Jumlah tangkapan (ton)
Kapal <i>longline</i>	1004,70
Kapal <i>purse seine</i>	2019,96
Total	3024,66

Total tangkapan maksimum dan jumlah tangkapan tiap tipe kapal dipergunakan sebagai batasan untuk menentukan jumlah kapal penangkap ikan yang akan digunakan. Hasil lengkap penyelesaian optimasi jumlah tangkapan terdapat pada Lampiran 3.

5.4.2. Metode *linear goal programming* untuk menentukan jumlah kapal ikan

Metode *linear goal programming* digunakan dalam rangka mencapai target tangkapan tiap tipe kapal dan target tangkapan maksimal melalui pemenuhan jumlah kapal penangkap ikan yang digunakan. Tabel 5-7 adalah tabel yang menjelaskan tentang variabel penentu keputusan untuk mencapai tujuan tersebut.

Tabel 5-7. Variabel penentu keputusan jumlah kapal penangkap ikan

Tipe Kapal	Upaya tiap kapal per tahun (trip)	Tangkapan per trip (ton)	Jumlah Kapal (unit)
Kapal longline	16	1,97	X₁
Kapal purse seine	5	2,79	X₂

Upaya tiap kapal per tahun merupakan jumlah operasi penangkapan yang dilakukan oleh tiap kapal ikan dalam jangka waktu satu tahun berdasarkan Tabel 4-5. Jumlah tangkapan minimum tiap kapal per trip ditentukan berdasarkan produktivitas tangkapan atau *Catch per Unit of Effort* (CPUE) tahun terakhir di Tabel 5-2. Formulasi *linear goal programming* untuk menentukan jumlah kapal penangkap ikan menjadi sebagai berikut:

Tujuan 1. Memperoleh hasil tangkapan maksimal tiap tipe kapal

Dalam hal ini setiap kapal memiliki target tangkapan masing-masing, dimana target tersebut harus dapat dimaksimalkan oleh setiap tipe kapal ikan. Persamaan fungsi tujuan 1 adalah sebagai berikut:

➤ Kapal tipe *longline*

$$(16)(1,97)(X_1) + s_1^- - s_1^+ = 1.004,70 \quad (5.6)$$

$$31,52X_1 + s_1^- - s_1^+ = 1.004,70 \quad (5.6.1)$$

➤ Kapal tipe *purse seine*

$$(5)(2,79)(X_2) + s_2^- - s_2^+ = 2.019,96 \quad (5.7)$$

$$(13,95)(X_2) + s_2^- - s_2^+ = 2.019,96 \quad (5.7.1)$$

Tujuan 2. Memaksimalkan potensi ikan yang boleh ditangkap

Potensi ikan yang boleh ditangkap adalah 80% dari *Maximum Sustainable Yield*. Potensi ini harus dimaksimalkan hasil tangkapannya oleh seluruh kapal ikan. Persamaan tujuan 2 adalah sebagai berikut:

$$((16)(1,97)(X_1) + (5)(2,79)(X_2)) + s_A^- - s_A^+ = 3.025,78 \quad (5.8)$$

$$31,52X_1 + 13,95X_2 + s_A^- - s_A^+ = 3.025,78 \quad (5.8.1)$$

Dimana:

s_i^- = jumlah tangkapan kapal tipe -i yang tidak mencapai target (ton)

s_i^+ = jumlah tangkapan kapal tipe -i yang melebihi target (ton).

s_A^- = jumlah tangkapan yang kurang dari jumlah ikan yang boleh ditangkap

s_A^+ = jumlah tangkapan yang melebihi jumlah ikan yang boleh ditangkap (ton)

Proses optimasi dilakukan dengan menggunakan *add-ins solver* pada Microsoft Excel. Tampilan pada layar komputer untuk proses optimasi tersebut ditunjukkan oleh Gambar 5-9.

The image shows a Microsoft Excel spreadsheet with the Solver Parameters dialog box open. The spreadsheet is titled 'MODEL LINEAR GOAL PROGRAMMING' and 'PENENTUAN JUMLAH MAKSIMUM KAPAL IKAN'. It contains a table with columns for 'Tipe Kapal', 'Jumlah upaya per tahun', 'Jumlah tangkapan per trip', and 'Jumlah Kapal'. The Solver Parameters dialog box is set to maximize the objective cell 'C22' (value 3.025,78) by changing variable cells 'S66:S67;S10:S11;S15:S15;S18:S19;S22:S23'. The constraints listed are: S18:S19 = S45:S45, S15 = S15, S11 = S45, S66:S67 = integer, S22 <= S15, and S10 = S15. The 'GRG Nonlinear' method is selected, and the 'Make Unconstrained Variables Non-Negative' checkbox is checked.

Gambar 5-9. Tampilan layar proses optimasi jumlah kapal ikan dengan *Solver Microsoft Excel*

Hasil optimasi jumlah kapal ikan tersebut dirangkum dalam Tabel 5-8.

Tabel 5-8. Hasil optimasi jumlah kapal ikan dengan *linear goal programming*

Tipe Kapal	Jumlah Kapal	Jumlah Tangkapan	Target tangkapan	Q _A	Deviasi	
					s ⁻	s ⁺
Longline	31	977,12	1004,70		27,58	0,00
Purse seine	146	2.036,70	2019,96		0,00	16,74
Total	177	3.013,82		3.025,78	11,96	0,00

Jumlah kapal tipe *longline* yang digunakan adalah 31 unit sedangkan kapal tipe *purse seine* adalah 146 unit. Secara keseluruhan, jumlah tangkapan kapal (*longline* dan *purse seine*) hanya berselisih 11,96 ton dibawah target tangkapan yang diperbolehkan. Hasil perhitungan juga menjelaskan bahwa jumlah tangkapan kapal tipe *longline* adalah 977,12 ton per tahun sehingga tidak mencapai target tangkapan kapal tipe tersebut yang pada perhitungan awal (*linear programming*) adalah sebesar 1.004,70 ton per tahun. Sedangkan tangkapan kapal tipe *purse seine* melebihi target tangkapan sebanyak 16,74 ton. Hasil lengkap penyelesaian optimasi jumlah tangkapan terdapat pada Lampiran 4.

Dengan diketahui jumlah kapal optimal dalam pemanfaatan potensi sumberdaya ikan yang lestari, maka dapat diketahui perbandingan antara jumlah kapal aktual dengan jumlah kapal berbasis MSY. Perbandingan ini perlu diketahui untuk melihat perbedaan antara kondisi perikanan aktual dengan kondisi perikanan yang seharusnya. Nilai dari perbedaan kondisi perikanan tersebut merupakan data untuk menentukan penambahan atau pengurangan armada kapal penangkap ikan sehingga sesuai dengan kondisi perikanan yang lestari. Perbandingan jumlah kapal aktual dan jumlah kapal berbasis MSY ditunjukkan oleh Tabel 5-9.

Tabel 5-9. Perbandingan jumlah kapal aktual dengan jumlah kapal berbasis MSY

Tipe kapal	Jumlah kapal aktual (unit)	Jumlah kapal hasil hitung MSY (unit)	Selisih	%
Longline	51	31	-20	-39,22%
Purse seine	136	146	10	7,35%

Jumlah kapal aktual adalah jumlah kapal yang sudah tersedia dan aktif melakukan operasi penangkapan berdasarkan data terakhir pada Tabel 4-3. Tabel 5-9 menunjukkan bahwa agar tujuan penangkapan ikan mencapai tahap pelestarian sumberdaya, maka jumlah kapal ikan *longline* harus dikurangi sebesar 39,22% dari jumlah kapal *longline* yang ada. Sebagai pengganti pengurangan kapal ikan tipe *longline* tersebut, maka kapal tipe *purse seine* dapat ditambah sebanyak 7,35% dari jumlah kapal *purse seine* yang telah ada.

Dengan adanya perbandingan jumlah kapal aktual, maka dapat pula diketahui perbandingan produksi tangkapan aktual dengan produksi tangkapan berbasis MSY. Perbandingan produksi tangkapan aktual dengan produksi tangkapan berbasis MSY ditunjukkan oleh Tabel 5-10.

Tabel 5-10. Perbandingan produksi tangkapan aktual dengan produksi tangkapan berbasis MSY

Tipe kapal	Produksi aktual (ton)	Produksi ikan berbasis MSY (ton)	Selisih	%
Longline	1.090	977	-113	-10,36%
Purse seine	3.935	2.037	-1.898	-48,24%
Total	5.025,09	3.013,82	-2.011,27	-40,02%

Produksi tangkapan aktual merupakan jumlah tangkapan tahun terakhir yang telah didaratkan oleh kapal ikan aktual sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 5-1. Produksi tangkapan berbasis MSY merupakan jumlah tangkapan yang diperoleh oleh jumlah unit kapal berbasis MSY dengan asumsi jumlah upaya penangkapan sebanyak 16 trip per tahun untuk kapal *longline* dan 5 trip per tahun untuk kapal *purse seine* serta rata-rata tangkapan kapal adalah 1,97 ton per trip untuk kapal *longline*, dan 2,79 ton per trip untuk kapal *purse seine*. Tabel 5-10 menunjukkan bahwa jumlah tangkapan aktual telah melebihi 2.011,27 ton atau 40,02% dari jumlah tangkapan ikan yang diharapkan. Lebih tangkap terbesar diperoleh oleh kapal *purse seine* yaitu sebesar 48,24% dari produksi tangkapan berbasis MSY.

Jumlah kapal ikan yang diperoleh merupakan kapal-kapal ikan yang nantinya akan dilayani oleh pelabuhan perikanan terapung. Dengan demikian,

penentuan kapasitas dari fasilitas-fasilitas yang dimiliki oleh pelabuhan perikanan terapung ditentukan oleh jumlah kapal ikan yang akan dilayani tersebut.

5.5. Analisis Fasilitas Pelabuhan Perikanan Terapung

Analisis fasilitas pelabuhan perikanan terapung meliputi kapasitas serta ukuran dari setiap fasilitas yang disediakan di pelabuhan perikanan terapung tersebut. Perhitungan kapasitas tiap fasilitas didasarkan kepada jumlah kebutuhan setiap hari. Perhitungan ukuran luas didasarkan kepada rekomendasi (FAO 2010) mengenai pembangunan pelabuhan perikanan sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 3-1. Perhitungan kapasitas dan ukuran tiap fasilitas pelabuhan perikanan terapung adalah sebagai berikut:

5.5.1. Dermaga

Fasilitas dermaga yang disediakan oleh pelabuhan perikanan terapung adalah dermaga pendaratan ikan, dermaga perlengkapan, dan dermaga istirahat.

a. Dermaga pendaratan ikan

Dermaga pendaratan ikan adalah tempat sandar kapal ikan yang akan menurunkan ikan hasil tangkapannya. Dengan asumsi bahwa kecepatan bongkar muat adalah 4 ton per jam maka kecepatan bongkar muat tiap tipe kapal dapat dihitung sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 5-11.

Tabel 5-11. Waktu pembongkaran tiap tipe kapal

Tipe Kapal	Jumlah tangkapan (ton/kapal)	Kecepatan bongkar (ton/jam)	Waktu bongkar (jam)
Longline	1,97	4,00	0,49
Purse seine	2,79	4,00	0,70

Selain itu, berdasarkan Tabel 4-5 dan Tabel 5-8 diketahui data-data mengenai jumlah kapal, upaya per tahun, dan hari berlayar per trip penangkapan yang dirangkum dalam Tabel 5-12.

Tabel 5-12. Jumlah kapal dan *Annual Round Trip Time (ARTT)* tiap tipe kapal

Tipe Kapal	Jml Kapal (unit)	Upaya per tahun (trip)	Hari per trip (hari)	Annual Round Trip Time (ARTT) (hari)
Longline	31	16	16	256
Purse seine	146	5	60	300

Annual Round Trip Time (ARTT) merupakan jumlah hari operasi penangkapan selama satu tahun, yaitu upaya per tahun dikalikan dengan hari pelayaran per trip penangkapan. ARTT digunakan untuk menentukan jumlah kapal yang akan bersandar dalam satu hari dalam rangka menentukan panjang dermaga pelabuhan. Penentuan panjang dermaga adalah mengikuti tahapan sebagai berikut:

Panjang dermaga untuk tipe kapal:

1. Kapal longline

- Jumlah kapal yang akan bersandar dalam satu hari :

$$N = \frac{(31)(16)}{256} = 2 \text{ unit} \quad (5.9)$$

- Rotasi tambatan untuk kapal *longline* :

Diasumsikan bahwa waktu operasi pelabuhan adalah 24 jam sedangkan waktu pembongkaran kapal adalah menurut Tabel 5-11, maka rotasi tambatan kapal adalah :

$$\gamma = \frac{24}{0,49} = 49 \text{ kali} \quad (5.10)$$

- Jumlah unit kapal yang bersandar:

$$\frac{N}{\gamma} = \frac{2}{49} = 0,04 \approx 1 \text{ unit} \quad (5.11)$$

- Panjang dermaga pendaratan ikan untuk kapal *longline*

Berdasarkan Tabel 4-4 diketahui bahwa panjang keseluruhan kapal longline (LOA) adalah 18,5 meter. Maka panjang dermaga untuk kapal longline adalah:

$$1(18,5 + (0,15 \times 18,5)) = 21,28 \text{ meter} \quad (5.12)$$

2. kapal tipe *purse seine*

- Jumlah kapal yang akan bersandar dalam satu hari :

$$N = \frac{(146)(5)}{300} = 3 \text{ unit} \quad (5.13)$$

- Rotasi tambatan untuk kapal *purse seine*

$$\gamma = \frac{24}{0,70} = 34 \text{ kali} \quad (5.14)$$

- Jumlah unit kapal yang bersandar

$$\frac{N}{\gamma} = \frac{3}{34} = 0,08 \approx 1 \text{ unit} \quad (5.15)$$

- Panjang dermaga pendaratan ikan untuk kapal *purse seine*

Berdasarkan Tabel 4-4 diketahui bahwa panjang keseluruhan kapal longline (LOA) adalah 31,70 meter. Maka panjang dermaga untuk kapal longline adalah:

$$1(31,70 + (0,15 \times 31,70)) = 36,46 \text{ meter} \quad (5.16)$$

Dengan demikian, maka perhitungan panjang dermaga pendaratan ikan ditunjukkan oleh Tabel 5-13.

Tabel 5-13. Perhitungan panjang dermaga pendaratan ikan

Tipe Kapal	Jumlah Kapal sandar (unit)	Panjang Kapal (m)	Panjang tambahan (m)	Panjang total per kapal (m)	Panjang dermaga (m)
Longline	1	18,50	2,78	21,28	21,28
Purse seine	1	31,70	4,76	36,46	36,46
Total panjang dermaga pendaratan ikan					57,73

b. Dermaga perbekalan

Dalam rangka menentukan panjang dermaga perbekalan, maka ditentukan terlebih dahulu jumlah kapal ikan yang akan bersandar dalam satu hari. Sebagaimana menurut persamaan (5.9) dan (5.13) diketahui bahwa jumlah kapal yang akan bersandar dalam satu hari (N) adalah 2 unit untuk kapal *longline* dan 3 unit untuk kapal *purse seine*.

Rotasi tambatan (γ) dihitung dengan asumsi waktu operasi pelayanan pelabuhan adalah 24 jam dan rata-rata pelayanan per kapal adalah 4 jam. Panjang dermaga perbekalan dihitung dengan langkah perhitungan yang sama dengan langkah perhitungan panjang dermaga pendaratan ikan. Hasil perhitungan panjang dermaga perbekalan tersebut ditunjukkan oleh Tabel 5-14.

Tabel 5-14. Perhitungan panjang dermaga perbekalan

Tipe Kapal	Jumlah Kapal sandar (unit)	Panjang Kapal (m)	Panjang tambahan (m)	Panjang total per kapal (m)	Panjang dermaga (m)
Longline	1	18,50	2,78	21,28	21,28
Purse seine	1	31,70	4,76	36,46	36,45
Total panjang dermaga perbekalan					57,73

c. Panjang dermaga istirahat

Perhitungan panjang dermaga istirahat ditunjukkan oleh Tabel 5-15.

Tabel 5-15. Perhitungan panjang dermaga istirahat

Tipe Kapal	Jumlah Kapal sandar (unit)	Lebar Kapal (m)	Lebar tambahan (m)	Lebar total per kapal (m)	Panjang dermaga (m)
Longline	2	4,60	0,69	5,29	10,58
Purse seine	3	7,61	1.14	8,75	26,25
Total panjang dermaga istirahat					36,83

Dengan demikian, maka panjang keseluruhan dermaga adalah sebagai berikut :

$$L_{\text{total}} = 57,73 + 57,73 + 36,83 \quad (5.17)$$

$$L_{\text{total}} = 127,74 \text{ meter}$$

Panjang dermaga tersebut merupakan panjang dermaga minimal sebagai tempat bersandar kapal ikan. Dalam konsep pembangunan pelabuhan perikanan terapung, sisi-sisi pelabuhan perikanan terapung akan dimanfaatkan sebagai dermaga, sehingga keliling dari pelabuhan perikanan terapung tidak boleh kurang dari panjang total dermaga.

5.5.2. Tempat Pendaratan Ikan (TPI)

Ukuran Tempat Pendaratan Ikan (TPI) ditentukan berdasarkan jumlah ikan yang dibongkar/didaratkan dan jumlah kapal yang akan melakukan pendaratan ikan setiap hari. Jumlah ikan yang dibongkar setiap hari merupakan jumlah ikan yang diturunkan oleh kapal yang akan melakukan pendaratan ikan setiap hari. Dari perhitungan (5.9) dan (5.13) diketahui bahwa jumlah kapal ikan yang akan melakukan pendaratan ikan hasil tangkapan dalam satu hari adalah 2 unit kapal

longline dan 3 unit kapal *purse seine*. Jumlah ikan yang didaratkan dihitung sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 5-16.

Tabel 5-16. Jumlah ikan yang didaratkan dalam satu hari

Tipe Kapal	Jumlah Kapal (unit)	Tangkapan per kapal (ton)	Total (ton)
Longline	2	1,97	3,94
Purse seine	3	2,79	8,37
		Total	12,31

Dengan mengacu kepada ketentuan dari (FAO 2010) yaitu ditentukan berat ikan per satuan luas adalah sebesar 80 kg/m² dan rasio luasan yang dipakai untuk tempat ikan adalah 0,3. Jumlah kapal yang akan mendaratkan ikan adalah 5 kali setiap hari, maka luas Tempat Pendaratan Ikan (TPI) yang dibutuhkan adalah mengikuti persamaan menurut (Triatmodjo 2005) sebagai berikut:

$$S = \frac{12,31}{(5)(0,3)(0,08)} = \frac{12,31}{0,072} = 102,58 \text{ m}^2 \quad (5.18)$$

5.5.3. Cold Storage

a. Cold Storage ikan hasil tangkapan

Kapasitas *cold storage* hasil tangkapan ditentukan oleh jumlah ikan yang akan disimpan tiap hari dan lama waktu penyimpanan ikan tersebut sebelum dikirimkan ke pelabuhan daratan sebagai tujuan akhir. Dari Tabel 5-16 diketahui bahwa jumlah ikan yang didaratkan dalam satu hari adalah 12,31 ton. Ditetapkan bahwa waktu penyimpanan maksimum ikan berada di pelabuhan perikanan terapung adalah 4 hari, maka kapasitas cold storage adalah :

$$K_c = 12,31 \times 4 \quad (5.19)$$

$$K_c = 49,24 \text{ ton}$$

b. Cold Storage ikan umpan

Dari Tabel 4-5 diketahui bahwa permintaan umpan setiap kapal ikan hanya oleh kapal *longline*, sedangkan kapal *purse seine* tidak memerlukan umpan. Kebutuhan umpan tiap hari ditentukan menurut jumlah kapal yang akan melakukan operasi penangkapan setiap hari. Jumlah kapal yang akan melakukan operasi penangkapan tiap hari adalah sama dengan jumlah kapal yang berlabuh

setiap hari setelah menurut Tabel 5-15. Kebutuhan umpan tiap tipe kapal per hari ditunjukkan oleh Tabel 5-17.

Tabel 5-17. Kebutuhan umpan tiap tipe kapal per hari

Tipe Kapal	Jumlah Kapal	Kebutuhan umpan per kapal (ton)	Kebutuhan umpan total (ton)
Longline	2	1,00	2,00
Purse seine	3	0	0
Total			2,00

Ditentukan bahwa persediaan umpan adalah untuk waktu 4 hari. Untuk menjaga ketersediaan stok umpan, maka ditentukan juga stok cadangan sebanyak 10% dari jumlah total kebutuhan umpan. Sehingga stok cadangan yang disediakan adalah $10\% \times (2 \text{ ton} \times 4 \text{ hari}) = 0,8 \text{ ton}$. Kapasitas cold storage untuk umpan adalah $8 + 0,8 = 8,8 \text{ ton}$.

Dengan demikian total kapasitas cold storage adalah $49,24 \text{ ton} + 8,8 \text{ ton} = 58,04 \text{ ton}$. Berdasarkan referensi (FAO 2010) pada Tabel 3-1, luas area *cold storage* adalah berkisar antara $0,5\text{-}1,5 \text{ m}^2$ per ton ikan yang disimpan. Luas area yang diperlukan untuk *cold storage* adalah $58,04 \text{ ton} \times 1,5 \text{ m}^2 = 87,06 \text{ m}^2$.

5.5.4. Tangki Bahan Bakar

a. Tanki Bahan Bakar

Berdasarkan Tabel 4-5 diketahui bahwa kebutuhan bahan bakar kapal *longline* adalah 20.000 liter per trip, dan kapal *purse seine* adalah 15.000 liter per trip. Jumlah kapal yang akan melakukan operasi penangkapan setiap hari adalah sama dengan jumlah kapal yang berlabuh setiap hari setelah menurut Tabel 5-15. Total kebutuhan bahan bakar ditunjukkan oleh Tabel 5-18.

Tabel 5-18. Kebutuhan bahan bakar tiap kapal per hari

Tipe Kapal	Jumlah Kapal per hari (unit)	Kebutuhan bahan bakar per kapal (liter)	jml kebutuhan (liter)
Longline	2	20.000,00	40.000
Purse seine	3	15.000,00	45.000
Total			85.000

Jumlah bahan bakar yang harus disediakan oleh pelabuhan perikanan terapung untuk melayani kapal-kapal ikan dalam satu hari adalah 85.000 liter. Kebutuhan bahan bakar ini dipenuhi oleh kapal tanker yang diasumsikan datang setiap 7 hari sekali, sehingga kapasitas tangki bahan bakar di pelabuhan terapung adalah :

$$K_f = 85.000 \times 7 \quad (5.20)$$

$$K_f = 595.000 \text{ liter}$$

Dengan adanya tambahan cadangan 10% dari total kapasitas, maka kapasitas tangki bahan bakar menjadi :

$$595.000 \text{ liter} + (595.000 \text{ liter} \times 10\%) = 654.500 \text{ liter.} \quad (5.21)$$

Jika densitas bahan bakar adalah 0,85 kg/1.000 liter, maka :

$$654.500 \text{ liter} \times 0,85 \frac{\text{kg}}{1000 \text{ liter}} = 556.325 \text{ kg} \approx 556,32 \text{ ton} \quad (5.22)$$

Untuk kapasitas harian 270 m³, luas area yang dibutuhkan adalah 15 m x 15 m atau 225 m², atau 1,2 m³ membutuhkan area 1 m² Sehingga luas area tangki bahan bakar yang diperlukan adalah :

$$\frac{654,5 \text{ m}^3}{1,2 \text{ m}^3} \times 1 \text{ m}^2 = 545,41 \text{ m}^2 \quad (5.23)$$

b. Tangki pelumas

Tabel 5-19 menunjukkan kebutuhan pelumas untuk tiap tipe kapal.

Tabel 5-19. Kebutuhan pelumas

Tipe Kapal	Jumlah Kapal per hari (unit)	Kebutuhan pelumas per kapal (liter)	jml kebutuhan (liter)
Longline	2	90	180
Purse seine	3	70	210
Sub Total			390
Cadangan 10% dari total			3,9
Total			429

Kebutuhan bahan bakar ini dipenuhi oleh kapal tanker yang diasumsikan datang setiap 7 hari sekali, sehingga kapasitas tangki pelumas di pelabuhan terapung adalah :

$$K_p = 429 \times 7 \quad (5.24)$$

$$K_p = 3.003 \text{ liter}$$

Kebutuhan luas ruangan untuk penyimpanan minyak pelumas adalah:

$$\frac{3,003 \text{ m}^3}{1,2 \text{ m}^3} \times 1 \text{ m}^2 = 2,5 \text{ m}^2. \quad (5.25)$$

5.5.5. Gudang Es (*Ice Storage*)

Tabel 5-20 menunjukkan total kebutuhan es per hari.

Tabel 5-20. Kebutuhan total es

Type Kapal	Jumlah Kapal per hari (unit)	Kebutuhan es per kapal (ton)	Jumlah kebutuhan (ton)
Longline	2	0,00	0,00
Purse seine	3	7,50	22,50
Sub Total			22,50
Cadangan 10%			2,25
Total			24,75

Gudang es disediakan untuk menyimpan es yang akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan kapal-kapal ikan dalam rangka menjaga mutu ikan hasil tangkapan. Gudang es dikondisikan untuk dapat menyimpan persediaan es selama 4 hari ditambah cadangan 10% dari total kebutuhan, sehingga kapasitas gudang es adalah :

$$K_e = 24,75 \times 4 \quad (5.26)$$

$$K_e = 99 \text{ ton}$$

Berdasarkan Tabel 2-9, diketahui bahwa kebutuhan luas area penyimpanan *crushed block ice* adalah 1,4-1,5 m²/ton. Dengan mengambil nilai terbesar dari parameter luas area gudang es, maka kebutuhan luas gudang es adalah :

$$99 \text{ ton} \times 1,5 \text{ m}^2 = 148,5 \text{ m}^2 \quad (5.27)$$

Untuk memenuhi kebutuhan es tersebut, maka pelabuhan perikanan terapung dilengkapi dengan pabrik pembuat es. Berdasarkan (Direktorat Pengolahan Hasil 2008), kapasitas *ice storage* adalah 3 kali kapasitas pabrik es , sehingga kapasitas pabrik es yang diperlukan adalah:

$$\frac{1}{3} \times 24,75 \text{ ton/hari} = 8,25 \text{ ton/hari} \quad (5.28)$$

Luas area yang dibutuhkan untuk pabrik es adalah mengacu kepada Tabel 2-10 dari (FAO 2010) dimana pabrik es dengan output 50 ton per hari membutuhkan area seluas 30 m². Dengan demikian luas area pabrik es yang diperlukan adalah :

$$\frac{50}{30} \times 8,25 = 13,75 \text{ m}^2 \quad (5.29)$$

5.5.6. Tangki Air Tawar

Persediaan air tawar selain untuk melayani kebutuhan kapal-kapal ikan, juga untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan lain seperti pencucian ikan, bahan baku es, maupun pendinginan mesin-mesin yang ada di pelabuhan perikanan terapung. Kebutuhan air bersih dihitung sebagai berikut:

a. Kebutuhan I: Kapal ikan

Berdasarkan Tabel 4-5 diketahui bahwa kebutuhan kapal longline adalah 1.000 liter per trip dan kapal purse seine adalah 4.200 liter per trip. Dengan jumlah kapal ikan yang berangkat menangkap ikan setiap hari adalah jumlah kapal yang berlabuh sehari sebelumnya, maka kebutuhan air tawar untuk kapal ikan adalah:

- Kapal *longline*
2 unit x 1.000 liter = 2.000 liter
 - Kapal *purse seine*
3 unit x 4.200 liter = 12.600 liter+
- Jumlah = 14.600 liter**

b. Kebutuhan II: Bahan baku es

Kebutuhan air tawar untuk bahan baku es didasarkan kepada jumlah es yang diproduksi setiap hari menurut perhitungan (5.28), yaitu sebanyak 8,25 ton es per hari. Dengan asumsi bahwa kebutuhan bahan baku untuk pembuatan es adalah 1 liter air untuk 1 kg es (FAO 2010), maka kebutuhan air tawar adalah:

$$8.250 \text{ kg} \times 1 \text{ liter/kg} = 8.250 \text{ liter} \quad (5.30)$$

c. Kebutuhan III: Pencucian ikan

Ikan yang dicuci adalah ikan-ikan yang didaratkan setiap hari. Berdasarkan Tabel 5-16 diketahui bahwa jumlah ikan yang didaratkan adalah sebanyak 12,31 ton per hari. Dengan asumsi bahwa kebutuhan air tawar untuk mencuci ikan

adalah 1 liter/kg ikan (FAO 2010), maka kebutuhan air tawar untuk mencuci seluruh ikan yang didaratkan adalah:

$$12.310 \text{ kg} \times 1 \text{ liter/kg} = 12.310 \text{ liter} \quad (5.31)$$

d. Kebutuhan IV: Pembersihan Tempat Pendaratan Ikan (TPI)

Tempat Pendaratan Ikan harus dibersihkan setiap waktu setelah melakukan kegiatan pendaratan. Pembersihan dilakukan dengan cara menyiramkan air tawar bersih ke TPI tersebut. Jumlah air tawar yang digunakan adalah berdasarkan kepada luas Tempat Pendaratan Ikan yaitu seluas 102,58 m² dengan asumsi bahwa kebutuhan air tawar untuk pembersihan TPI adalah 10 liter/m² (FAO 2010). Pembersihan TPI dilakukan sesuai dengan jumlah pendaratan ikan yaitu 5 kali sehari, maka jumlah kebutuhan air tawar untuk pembersihan TPI adalah:

$$102,58 \text{ m}^2 \times 10 \frac{\text{liter}}{\text{m}^2} \times 5 = 5.129,1 \text{ liter} \quad (5.32)$$

Rangkuman kebutuhan air bersih per hari ditunjukkan oleh Tabel 5-21.

Tabel 5-21. Kebutuhan air bersih

Kebutuhan	Jumlah kebutuhan
1. Kapal ikan	14.600 liter
2. Bahan baku es	8.250 liter
3. Pencucian ikan	12.310 liter
4. Pembersihan TPI	5.129,1 liter
Sub Total	40.289,1 liter
Cadangan 10%	4.028,91 liter
Total	44.318,01 liter

Jika 1 kg air tawar adalah sama dengan 1 liter, maka kapasitas tangki air tawar adalah 1 kg/liter x 44.318,01 liter = 44.318,01 kg atau 44,32 ton per hari. Tangki air tawar dikondisikan untuk dapat menyimpan persediaan selama 4 hari, sehingga kapasitas tangki air tawar adalah :

$$K_w = 44,32 \times 4 \quad (5.33)$$

$$K_w = 177,27 \text{ ton}$$

Dengan asumsi bahwa kebutuhan luas tangki air tawar adalah 1,5 m²/ton, maka kebutuhan area untuk tangki air tawar adalah : 177,27 ton x 1,5 m²/ton =

265,90 m². Air bersih tersebut disediakan dengan cara memproduksi sendiri melalui metode *reverse osmosis* (Suryadi 2011).

5.5.7. Gudang penyimpanan kering

Gudang penyimpanan kering adalah gudang tempat disimpannya bahan-bahan makanan kering seperti beras, gula, dan sebagainya. Pada perhitungan ini, kapasitas gudang kering dihitung berdasarkan kebutuhan beras untuk melayani kapal-kapal yang bersandar di pelabuhan perikanan terapung. Berdasarkan Tabel 4-5 diketahui bahwa kebutuhan beras untuk kapal *longline* adalah 80 kg/trip, sedangkan untuk kapal *purse seine* adalah 400 kg/trip. Kapasitas gudang kering ditunjukkan melalui Tabel 5-22.

Tabel 5-22. Kebutuhan beras

Tipe Kapal	Jumlah Kapal	Kebutuhan beras per kapal (ton)	Jumlah kebutuhan (ton)
Longline	2	0,08	0,16
Purse seine	3	0,40	1,20
Sub Total			1,36
Cadangan 10%			0,136
Total			1,5

Berdasarkan Tabel 5-22, diketahui bahwa kebutuhan beras adalah 1,5 ton untuk satu hari. Kebutuhan ini dipenuhi oleh kapal pengangkut atau penyuplai bahan makanan yang diasumsikan datang setiap 4 hari sekali. Dengan demikian kapasitas gudang yang diperlukan adalah

$$K_g = 1,5 \text{ ton} \times 4 \text{ hari} \quad (5.34)$$

$$K_g = 5,98 \text{ ton}$$

Jika diasumsikan bahwa kebutuhan luas ruangan gudang penyimpanan kering adalah 1,5 m²/ton, maka kebutuhan luas ruangan penyimpanan gudang kering adalah 5,98 x 1,5 = 8,97 m².

5.5.8. Fasilitas Penunjang

Fasilitas penunjang terdiri dari ruangan administrasi (kantor), dan gudang peralatan/perlengkapan. Kebutuhan ruang kantor atau ruang peralatan lainnya adalah 4 m² per ton per pelepasan (FAO 2010).

Telah diketahui berdasarkan Tabel 5-16 bahwa jumlah ikan yang didaratkan setiap hari adalah 12,31 ton, maka kebutuhan luas untuk masing-masing fasilitas penunjang adalah:

4. Luas kantor : $12,31 \text{ ton} \times 4 \text{ m}^2 = 49,24 \text{ m}^2$

5. Luas gudang peralatan : $12,31 \text{ ton} \times 4 \text{ m}^2 = 49,24 \text{ m}^2$

Fasilitas penting lainnya yang harus disediakan adalah *crane* dan generator. *Crane* berguna untuk mempermudah proses bongkar muat. Pelabuhan perikanan terapung tersebut difasilitasi dengan *crane* berkapasitas 3-20 ton sebanyak 2 unit. Generator berfungsi sebagai sumber daya listrik agar fasilitas-fasilitas yang ada dapat bekerja dengan baik. Berikut adalah 5 fasilitas penting yang memerlukan sumberdaya listrik :

1. Seawater RO Plant

Seawater Reverse Osmosis (RO) Plant merupakan sistem yang berfungsi untuk memproduksi air tawar dengan cara *reverse osmosis*. *Reverse osmosis* merupakan suatu teknologi dalam menghasilkan air tawar dengan cara mengalirkan air laut ke suatu membran dengan tekanan tinggi untuk memisahkan garam dengan air (FAO 2010). Penggunaan sistem *reverse osmosis* untuk memproduksi air tawar di suatu kapal dapat mengefisienkan kegunaan ruangan kapal. Selain itu, sistem *reverse osmosis* dapat lebih menghemat biaya pelayaran suatu kapal (Suryadi 2011).

Diketahui bahwa kebutuhan air tawar adalah 44.318 liter per hari atau 44,32 m³ per hari. Berdasarkan Tabel 2-6, produksi air sebanyak 45,6 m³ per hari memerlukan daya sebesar 18,2 kilo watt.

2. Cold Storage

Berdasarkan perhitungan, kapasitas *cold storage* adalah 58,04 ton, atau 116,08 m³ (nilai muatan ikan beku = 0,5 ton/m³ (Tabel 2-12)). Menurut (Johnson, et al. 1994), *cold storage* untuk menyimpan ikan hingga -30°C dengan kapasitas 1.000 m³ memerlukan daya sebesar 22,6 kW. Sehingga daya yang diperlukan untuk cold storage berkapasitas 116,08 m³ adalah:

$$\frac{116,08}{1000} \times 22,6 = 2,62 \text{ kW} \quad (5.35)$$

3. Pabrik Es

Diketahui bahwa kapasitas pabrik es menurut persamaan (5.28) adalah 8,25 ton per hari. Dengan jam operasi pabrik es diasumsikan 8 jam per hari, maka kapasitas pabrik es adalah 1,03 ton per jam. Berdasarkan Tabel 2-11, konsumsi energi per ton pabrik es balok adalah 55-70 kWh per ton (*tropical climate*). Dengan mengambil nilai yang terbesar, yaitu 70 kWh per ton, maka kebutuhan daya listrik untuk pabrik es berkapasitas 8.25 ton per hari adalah $1,03 \text{ ton/jam} \times 70 \text{ kWh} = 72,19 \text{ kW}$.

4. Hidrolik crane

Berdasarkan katalog, diketahui bahwa konsumsi daya crane dengan kapasitas angkat 3-20 ton membutuhkan daya sebesar 15 kilowatt (Alibaba.com 19/04/2018); Haoy offshore crane).

5. Penerangan dan kebutuhan listrik lainnya

Diasumsikan bahwa total daya yang diperlukan untuk kebutuhan lampu-lampu penerangan seluruh fasilitas pelabuhan perikanan terapung adalah sebesar 1 kilo Watt.

Dengan demikian kebutuhan total daya generator yang diperlukan untuk pelabuhan perikanan terapung adalah:

$$18,2 \text{ kW} + 2,62 \text{ kW} + 72,19 \text{ kW} + 15 \text{ kW} + 1 \text{ kW} = 107,63 \text{ kW} \approx 109 \text{ kW}$$

Atau setara dengan 137 kVa ($1 \text{ kVa} = 0,8 \text{ kW}$).

Dimensi generator 137 kVa ini menurut katalog adalah : 3.600 mm x 1.350 mm x 1.800 mm. Luas yang diperlukan untuk fasilitas genset adalah $(3,60 \text{ m} \times 1,35) \times 2 \text{ unit} = 9,72 \text{ m}^2 \approx 10 \text{ m}^2$. Perincian kebutuhan daya listrik dapat dilihat pada Lampiran 5.

5.6. Analisis Kapasitas, Layout dan Ukuran Pelabuhan Perikanan Terapung

5.6.1. Kapasitas Pelabuhan Perikanan Terapung

Kapasitas pelabuhan terapung merupakan jumlah muatan yang bisa ditampung pelabuhan perikanan terapung dalam rangka melayani kapal-kapal ikan. Kapasitas pelabuhan berarti jumlah dari kapasitas seluruh fasilitas-fasilitas yang disediakan oleh pelabuhan perikanan terapung. Kebutuhan seluruh fasilitas

pelabuhan perikanan terapung berdasarkan Subbab 5.5. dirangkum pada Tabel 5-23.

Tabel 5-23. Daftar kapasitas dan ukuran fasilitas pelabuhan perikanan terapung

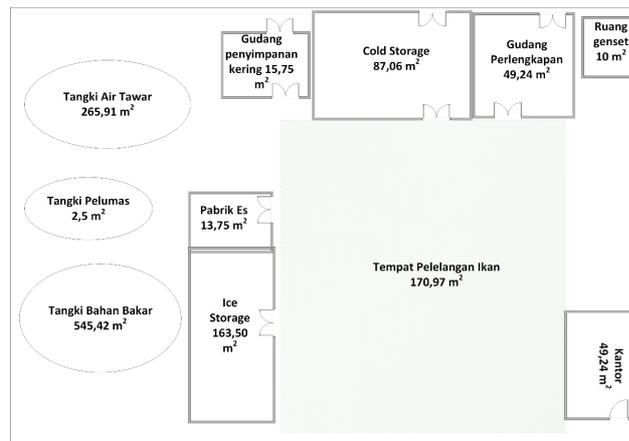
No	Fasilitas	Kapasitas (ton)	Ukuran (m ²)
1	Tempat Pendaratan Ikan (TPI)	12,31	102,58
2	Cold Storage	58,04	87,06
3	Tangki bahan bakar	556,33	545,42
4	Gudang minyak pelumas	3,00	2,5
5	Ice storage	99,00	148,5
6	Pabrik es	8,25	13,75
7	Tangki air tawar	177,27	265,91
8	Gudang penyimpanan kering	5,98	15,75
9	Kantor	-	49,24
10	Gudang perlengkapan	-	49,24
11	Ruang genset	-	10
Total		920,18	1358,34
12	Dermaga pendaratan ikan		57,73 m
13	Dermaga perbekalan		57,73 m
14	Dermaga istirahat		36,83 m

(Sumber: Data diolah)

Tabel 5-23 menunjukkan bahwa pelabuhan perikanan terapung dibangun dengan luas minimal 1.358,34 m² dengan kapasitas muatan sebesar 920,18 ton. Perincian perhitungan kapasitas pelabuhan perikanan terapung dapat dilihat pada Lampiran 6.

5.6.2. Layout Fasilitas Pelabuhan Perikanan Terapung

Setelah diketahui fasilitas-fasilitas beserta ukurannya, maka selanjutnya dibuat layout untuk fasilitas-fasilitas tersebut diatas ponton. Layout ini bertujuan sebagai gambaran untuk mengetahui lokasi fasilitas-fasilitas tersebut di pelabuhan terapung yang akan dibangun. Selain itu layout merupakan panduan atau gambaran bagi desain yang lebih detail. Layout fasilitas pelabuhan perikanan terapung disajikan dalam Gambar 5-10.



Gambar 5-10. Layout fasilitas pelabuhan perikanan terapung

5.6.3. Ukuran Pelabuhan Perikanan Terapung

Setelah layout pelabuhan perikanan terapung dibuat, selanjutnya adalah menentukan ukuran ponton sebagai bangunan dasar pelabuhan perikanan terapung. Ukuran yang dimaksud adalah ukuran panjang, lebar, dan tinggi ponton yang dapat mengakomodasi seluruh fasilitas-fasilitas yang akan disediakan. Sebelum menentukan ukuran-ukuran tersebut, maka harus ditentukan dahulu mengenai *payload*, DWT, dan LWT dari pelabuhan perikanan terapung tersebut.

Payload adalah berat muatan yang dapat dimuat/diangkut oleh kapal tersebut dan merupakan sumber pendapatan suatu kapal. *Payload* pada pelabuhan perikanan terapung selain ikan yang didaratkan, juga termasuk bahan bakar, es, dan air tawar yang disediakan oleh pelabuhan perikanan terapung tersebut untuk disalurkan ke kapal-kapal ikan yang akan melakukan operasi penangkapan ikan. Dengan demikian, *payload* pelabuhan perikanan terapung merupakan kapasitas dari fasilitas yang ada di pelabuhan perikanan terapung tersebut yang difungsikan untuk melayani kapal-kapal ikan. Sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 5-23, kapasitas pelabuhan perikanan terapung adalah 920,18 ton, dengan demikian kapasitas tersebut dianggap sebagai *payload* pelabuhan perikanan terapung.

Dengan asumsi bahwa *payload* suatu bangunan terapung adalah 90% DWT (Habiyudin 2010), maka DWT pelabuhan perikanan terapung adalah $920,18 : 90\% = 1.022,43$ ton. Menurut (Habiyudin 2010), DWT atau *Dead Weight Tonnage* dapat diartikan dengan jumlah berat muatan (*payload*), bahan bakar, air tawar, *ballast*, kru kapal dan inventaris tidak tetap, sehingga kapal tenggelam sampai

sarat maksimumnya. Bahan bakar dan air tawar yang dimaksud adalah bahan bakar dan air tawar yang dikonsumsi oleh pelabuhan perikanan terapung tersebut.

Koefisien *deadweight* (C_d) ditentukan sebesar 0,700 (Barrass 2004), sehingga *displacement* (V) pelabuhan perikanan terapung adalah:

$$C_d = \frac{DWT}{displacement} \quad (5.36)$$

$$displacement = DWT \cdot C_d \quad (5.36.1)$$

$$displacement = 1.022,43 \times 0,700 \quad (5.36.2)$$

$$displacement = 1.460,61 \text{ ton}$$

Karena DWT dan *displacement* telah diketahui, maka LWT dapat diketahui sebagai berikut:

$$LWT = displacement - DWT \quad (5.37)$$

$$LWT = 1.460,61 - 1.022,43 \quad (5.37.1)$$

$$LWT = 438,18 \text{ ton}$$

Light Weight Tonnage (LWT) adalah berat komponen kapal yang bersifat tetap. Pada umumnya dapat dibagi menjadi tiga bagian besar, yaitu berat baja badan kapal (*structure weight*), yang meliputi berat badan kapal, bangunan atas, dan perumahan geladak, berat peralatan (*outfit weight*), yaitu berat dari seluruh peralatan antara lain jangkar, rantai jangkar, mesin jangkar, tali temali, capstan, alat-alat navigasi, *life boat*, peralatan pemadam kebakaran, dll, serta berat mesin penggerak beserta instalasi pembantunya (*machinery weight*), yaitu berat motor induk, motor bantu, ketel, pompa-pompa, separator, propeller, propeller shaft, dan keseluruhan peralatan yang ada di kamar mesin (Habiyudin 2010). Pelabuhan perikanan terapung tidak memiliki propeller, karenanya tidak ada mesin induk didalamnya. Permesinan yang termasuk ke dalam LWT pada pelabuhan perikanan terapung ini meliputi generator, mesin pabrik es, *seawater RO plant*, *crane*, dan *cold storage*.

Diketahui pada Tabel 5-23 bahwa luas yang harus disediakan untuk menampung seluruh fasilitas pelabuhan perikanan terapung adalah 1.358,34 m². Penentuan panjang dan lebar ponton didasarkan kepada perbandingan panjang dan lebar ponton dari ponton yang dibuat oleh *Technical Research Association of*

Mega-Float in Japan dalam (Chung, et al. 2001), yaitu: $L/B = 5$ atau $B = L/5$ dimana $B =$ lebar dan $L =$ panjang. Sehingga panjang ponton adalah:

$$L \times \frac{L}{5} = 1.358,34 \text{ m}^2 \quad (5.38)$$

$$L^2 = 5 \times 1.358,34 \text{ m}^2 \quad (5.38.1)$$

$$L = \sqrt{6791,68} \quad (5.38.2)$$

$$L = 82,41 \text{ m}$$

Lebar ponton adalah:

$$B = \frac{L}{5} \quad (5.39)$$

$$B = \frac{82,41}{5} \quad (5.39.1)$$

$$B = 16,48 \text{ m}$$

Penentuan tinggi ponton ditentukan berdasarkan ketentuan dari Biro Klasifikasi Indonesia (BKI) dimana bahwa untuk pelayaran di daerah samudera, perbandingan panjang (L) dengan tinggi (H) bangunan terapung adalah : $L/H = 14$. Maka tinggi kapal adalah:

$$\frac{L}{H} = 14 \quad (5.40)$$

$$H = \frac{L}{14} \quad (5.40.1)$$

$$H = \frac{82,41}{14} \quad (5.40.2)$$

$$H = 5,89 \text{ m}$$

Sebagaimana ditunjukkan oleh Tabel 5-23, luas area yang diperlukan adalah $1.358,34 \text{ m}^2$. Dengan koefisien blok (C_b) = 0,82, maka *draft* atau sarat ponton adalah :

$$\text{displacement} = L \times B \times d \times C_b \times \rho \quad (5.41)$$

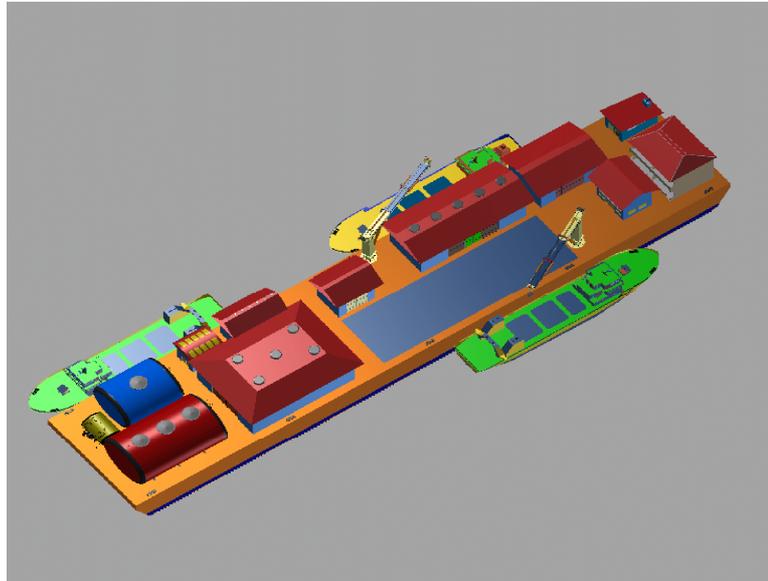
$$d = \frac{\text{displacement}}{L \times B \times C_b \times \rho} \quad (5.41.1)$$

$$d = \frac{1.460,61}{1.358,34 \times 0,82 \times 1,025} \quad (5.41.2)$$

$$d = \frac{1.460,61}{1.141,68} \quad (5.41.3)$$

$$d = 1,28 \text{ m}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, pelabuhan perikanan terapung memiliki panjang keseluruhan (L_{OA}) = 82,41 meter; lebar (B) = 16,48 meter; tinggi (H) = 5,89 m; dengan sarat (d) = 1,28 m. Desain konseptual pelabuhan perikanan terapung tersebut ditunjukkan melalui Gambar 5-11.



Gambar 5-11. Desain konseptual pelabuhan perikanan terapung

Keterangan mengenai Gambar 5-11 tersebut dapat dilihat pada Lampiran 8.

Pelabuhan perikanan terapung ini akan ditempatkan di lepas pantai yang berjarak \pm 65-120 mil laut dari daratan dengan kedalaman perairan antara 200-500 meter agar pelabuhan perikanan terapung ini dapat menggunakan sistem penjangkaran biasa untuk mempertahankan posisinya. Lokasi pelabuhan perikanan terapung berada di koordinat $1^{\circ}45,60'$ Selatan- $99^{\circ}38,00''$ Timur sebagaimana ditunjukkan oleh Gambar 5-4 dengan ilustrasi pola operasi ditunjukkan oleh Gambar 5-12.



Gambar 5-12. Ilustrasi pola operasi pelabuhan perikanan terapung

5.7. Analisis Jumlah dan Ukuran Kapal Pengangkut Ikan

5.7.1. Jumlah Kapal Pengangkut Ikan

Diketahui bahwa waktu penyimpanan ikan hasil tangkapan di *cold storage* adalah 4 hari, artinya kapal pengangkut harus ada di pelabuhan perikanan terapung setiap 4 hari sekali. Total trip pengangkutan dalam satu bulan adalah sebagai berikut:

$$T = \frac{30}{4} = 7,5 \approx 8 \text{ trip} \quad (5.42)$$

Selanjutnya dengan asumsi bahwa setiap kapal pengangkut melakukan trip pelayaran maksimum sebanyak 4 kali per bulan maka jumlah kapal pengangkut ikan yang diperlukan untuk melayani pelabuhan perikanan terapung dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$N_p = \frac{8}{4} = 2 \text{ unit} \quad (5.43)$$

Tabel 5-24 menunjukkan ilustrasi jadwal berlabuhnya kapal ikan dan kapal pengangkut ikan. Jumlah kapal ikan adalah sesuai dengan hasil optimasi, yaitu 31 unit kapal *longline* dan 146 unit kapal *purse seine*. Kapal *longline* berlabuh di pelabuhan perikanan terapung setiap 16 hari sekali dan kapal *purse seine* setiap

60 hari sekali sesuai dengan jumlah trip penangkapan *longline* pada Tabel 4-5. Jumlah maksimum kapal ikan yang bersandar adalah sesuai dengan persamaan (5.9) dan (5.13), yaitu 2 unit untuk kapal *longline* dan 3 unit untuk kapal *purse seine*, sedangkan jumlah kapal pengangkut yang digunakan adalah 2 unit sesuai persamaan (5.43) dengan frekwensi pengangkutan setiap 4 hari sekali.

Tabel 5-24. Ilustrasi jadwal labuh kapal ikan dan kapal pengangkut ikan pada pelabuhan perikanan terapung

Hari ke	Kapal longline	Kapal purse seine	Kapal pengangkut
1	Kapal ke-28, 13	Kapal ke-122,62, 1	
2	kapal ke-29, 14	Kapal ke-123,63,2	
3	Kapal ke-30, 15	Kapal ke-124,64,3	
4	Kapal ke-31, 16	Kapal ke-125,65,4	kapal ke-1
5	Kapal ke-1, 17	Kapal ke-126,66,5	
6	Kapal ke-2, 18	Kapal ke-127,67,6	
7	Kapal ke-3, 19	Kapal ke-128,68,7	
8	Kapal ke-4, 20	Kapal ke-129,69,8	Kapal ke-2
9	Kapal ke-5, 21	Kapal ke-130,70,9	
10	Kapal ke-6, 22	Kapal ke-131,71,10	
11	Kapal ke-7, 23	Kapal ke-132,72,11	
12	Kapal ke-8, 24	Kapal ke-133,73,12	kapal ke-1
13	Kapal ke-9, 25	Kapal ke-134,74,13	
14	Kapal ke-10, 26	Kapal ke-135,75,14	
15	Kapal ke-11, 27	Kapal ke-136,76,15	
16	Kapal ke-12, 28	Kapal ke-137,77,16	Kapal ke-2
17	Kapal ke-13, 29	Kapal ke-138,78,17	
18	Kapal ke-14, 30	Kapal ke-139,79,18	
19	Kapal ke-15, 31	Kapal ke-140,80,19	
20	Kapal ke-16, 1	Kapal ke-141,81,20	kapal ke-1
21	Kapal ke-17, 2	Kapal ke-142,82,21	
22	Kapal ke-18, 3	Kapal ke-143,83,22	
23	Kapal ke-19, 4	Kapal ke-144,84,23	
24	Kapal ke-20, 5	Kapal ke-145,85,24	Kapal ke-2
25	Kapal ke-21, 6	Kapal ke-146,86,25	
26	Kapal ke-22, 7	Kapal ke-87, 88, 26	
27	Kapal ke-23, 8	Kapal ke-89, 90, 27	
28	Kapal ke-24, 9	Kapal ke-91, 92, 28	Kapal ke-1
29	Kapal ke-25, 10	Kapal ke-93, 94, 29	
30	Kapal ke-26, 11	Kapal ke-95, 96, 30	
31	Kapal ke-27, 12	Kapal ke-97, 98, 31	
32	Kapal ke-28, 13	Kapal ke-99, 100, 32	Kapal ke-2
33	kapal ke-29, 14	Kapal ke-101, 102, 33	
34	Kapal ke-30, 15	Kapal ke-103, 104, 34	
35	Kapal ke-31, 16	Kapal ke-105, 106, 35	
36	Kapal ke-1, 17	Kapal ke-107, 108, 36	Kapal ke-1
37	Kapal ke-2, 18	Kapal ke-109, 110, 37	
38	Kapal ke-3, 19	Kapal ke-111, 112, 38	
39	Kapal ke-4, 20	Kapal ke-113, 114, 39	
40	Kapal ke-5, 21	Kapal ke-115, 116, 40	Kapal ke-2

41	Kapal ke-6, 22	Kapal ke-117, 118, 41	
42	Kapal ke-7, 23	Kapal ke-119, 120, 42	
43	Kapal ke-8, 24	Kapal ke-121, 43, 44	
44	Kapal ke-9, 25	Kapal ke-45, 46, 47	Kapal ke-1
45	Kapal ke-10, 26	Kapal ke-48, 49, 50	
46	Kapal ke-11, 27	Kapal ke-51, 52, 53	
47	Kapal ke-12, 28	Kapal ke-54, 55, 56	
48	Kapal ke-13, 29	Kapal ke-57, 58, 59	
49	Kapal ke-14, 30	Kapal ke-60, 61	

5.7.2. Ukuran Kapal Pengangkut Ikan

Ukuran kapal pengangkut ikan yang dimaksud adalah *Gross Tonnage* (GT). Diketahui bahwa jumlah muatan ikan yang akan diangkut adalah sesuai dengan berat maksimum ikan yang bisa ditampung oleh *cold storage* menurut persamaan (5.19), yaitu 49,24 ton. Densitas rata-rata ikan dengan perlakuan pembekuan berdasarkan Tabel 2-12 adalah 0,5 ton/m³, maka *stowage factor* (S) adalah:

$$1 \div 0,5 = 2 \text{ m}^3/\text{ton}. \quad (5.44)$$

Volume ruang muat palka ikan diperoleh dengan cara mengalikan jumlah muatan ikan dengan *stowage factor*-nya, sehingga volume ruang muat ikan adalah $49,24 \times 2 = 98,48 \text{ m}^3$ (5.45)

Menurut (Prado and Dremiere 1991), volume ruang muat palka ikan adalah antara 30% - 40% dari volume ruangan di bawah geladak. Dengan mengambil nilai 40%, maka volume ruangan di bawah geladak adalah :

$$98,48 \div 0,40 = 246,20 \text{ m}^3 \quad (5.46)$$

GT merupakan jumlah volume ruang tertutup yang ada pada kapal. Total volume ruang tertutup (V_{total}) adalah volume ruang tertutup dibawah geladak (V_b) ditambah volume ruang tertutup pada bangunan diatas geladak (V_a). Pada penelitian ini diasumsikan bahwa volume ruang tertutup pada bangunan diatas geladak adalah 10% dari volume ruang tertutup dibawah dek, sehingga total volume ruang tertutup adalah:

$$V_{\text{total}} = V_b + V_a \quad (5.47)$$

$$V_{\text{total}} = 246,20 + (10\% \times 246,20) = 270,82 \text{ m}^3 \quad (5.48)$$

Gross Tonnage kapal dihitung menurut persamaan (2.31) :

$$GT = (0,2 + 0,02 \log 270,82) \times 270,82 \quad (5.49)$$

$$GT = 0,25 \times 270,82$$

$$GT = 67,70 \approx 68$$

5.8. Estimasi Biaya Pembangunan Pelabuhan Perikanan Terapung

Bahan pembuat kapal atau bangunan terapung lainnya dikelompokkan menjadi 3 bagian. Ketiga kelompok bahan pembentuk kapal ini secara umum disebut material kapal, yang terdiri dari pembentuk struktur kapal (baja, kayu, atau *fiberglass*), permesinan, dan *outfit* atau kelengkapan-kelengkapan kapal. Jumlah berat struktur kapal, permesinan, dan *outfit* merupakan berat kosong kapal tersebut atau disebut *Light-weight tonnage* (LWT).

Diketahui dari persamaan (5.37) bahwa LWT (*Light-weight Tonnage*) pelabuhan perikanan terapung adalah 438,18 ton. Berdasarkan (Barrass 2004), persentase berat material pembentuk LWT adalah sebagai berikut:

1. Berat struktur (W_B) = 70% LWT
Berat struktur = 70% x 438,18 = 306,73 ton
2. Berat permesinan (W_M) = 10% LWT
Berat permesinan = 10% x 438,18 = 43,81 ton
3. Berat *outfit* (W_O) = 20% LWT
Berat *outfit* = 20% x 438,18 = 87,63 ton

Berdasarkan informasi yang diperoleh dari galangan kapal, diketahui bahwa harga-harga material adalah sebagai berikut:

1. Harga baja untuk kapal (P_B) = Rp. 25.000 per kg
2. Harga *outfit* (P_O) = Rp. 17.000 per kg
3. *Cold Storage* dan pabrik es = Rp. 2.000.000.000 per 5 ton kapasitas

Harga-harga tersebut adalah harga per April 2018 dan sudah termasuk didalamnya biaya tenaga kerja dan *overhead*.

5.8.1. Biaya Struktur Kapal

Biaya struktur atau *structural cost* (C_B) merupakan biaya yang dikeluarkan untuk penggunaan baja pembentuk pelabuhan perikanan terapung. *Structural cost* untuk pelabuhan perikanan terapung adalah sebagai berikut:

$$C_B = W_B \cdot P_B \quad (5.50)$$

$$C_B = 306,73 \times 1000 \times \text{Rp. } 25.000 \quad (5.50.1)$$

$$C_B = \text{Rp. } 7.668.200.333 \quad (5.50.2)$$

5.8.2. Biaya Permesinan (*Machinery Cost*)

Yang termasuk biaya permesinan ini adalah meliputi generator, *cold storage*, pabrik es, *Sea water RO plant*, dan *crane*.

5.8.2.1. Generator

Generator merupakan sumberdaya listrik untuk pelabuhan perikanan terapung. Harga generator 137 kVA (lihat Lampiran 5) adalah Rp. 407.700.000 (www.hargen.co.id 19/04/18; perkins silent 137kVa). Pelabuhan perikanan terapung memerlukan 2 unit generator sehingga biaya generator adalah 2 unit x Rp. 407.700.000 = 815.400.000.

5.8.2.2. Biaya Cold Storage

Biaya *cold storage* adalah biaya yang dikeluarkan untuk membangun cold storage. Berdasarkan informasi dari galangan kapal, diketahui bahwa asumsi harga pemasangan cold storage adalah Rp 2.000.000.000 per 5 ton kapasitas. Kapasitas yang diperlukan oleh pelabuhan perikanan terapung adalah 58,40 ton, sehingga biaya *cold storage* untuk pelabuhan perikanan terapung adalah sebagai berikut:

$$C_C = K_C \cdot P_C \quad (5.51)$$

$$C_C = \frac{58,04}{5} \times \text{Rp. } 2.000.000.000 \quad (5.51.1)$$

$$C_C = \text{Rp. } 23.216.000.000 \quad (5.51.2)$$

5.8.2.3. Biaya Pabrik Es

Biaya pabrik es adalah biaya yang dikeluarkan untuk membangun pabrik es. Kapasitas pabrik es adalah menurut persamaan (5.28) yaitu sebesar 8,25 ton. Biaya pemasangan pabrik es untuk pelabuhan perikanan terapung adalah sebagai berikut:

$$C_i = K_i \cdot P_i \quad (5.52)$$

$$C_i = \frac{8,25}{5} \times \text{Rp. } 2.000.000.000 \quad (5.52.1)$$

$$C_i = \text{Rp. } 3.300.000.000 \quad (5.52.2)$$

5.8.2.4. Biaya Sea Water RO Plant

Sea water RO plant merupakan mesin yang memproduksi air laut menjadi air tawar. Harga 1 unit *Sea Water RO* kapasitas 15 m³/jam adalah US\$60.000 (Alibaba.com 16 April 2018; Hongjun water treatment type HJ C-1000). Diketahui dari Tabel 5-21 bahwa produksi air per hari yang diperlukan adalah 44,32 m³/hari. Dengan demikian pelabuhan perikanan terapung hanya memerlukan 1 unit *Sea Water RO plant*. Biaya yang dikeluarkan untuk *sea water RO plant* adalah :

$$C_{RO} = 1 \text{ unit} \times \text{US\$}60.000 \times \text{Rp. } 13.835 \quad (5.53)$$

(1 US\$=Rp.13.835) (Bank Indonesia, 16 April 2018)

$$C_{RO} = 83.010.000 \quad (5.53.1)$$

5.8.2.5. Biaya crane

Crane digunakan untuk mempermudah proses bongkar muat ikan dari kapal ikan ke pelabuhan perikanan terapung atau dari pelabuhan perikanan terapung ke kapal pengangkut. Harga 1 unit *marine ship deck crane* dengan kapasitas loading 3-20 ton adalah US\$4.200 (Alibaba.com 19/04/2018); Haoy offshore crane). Jumlah unit yang diperlukan adalah sebanyak 2 unit, sehingga biaya yang diperlukan untuk *crane* adalah :

$$C_{CR} = 2 \text{ unit} \times \text{US\$}4.200 \times \text{Rp. } 13.835 \quad (5.54)$$

$$C_{RO} = 116.214.000 \quad (5.54.1)$$

5.8.3. Biaya Outfit (Outfit Cost)

Outfit cost (C_o) adalah biaya yang dikeluarkan untuk hal-hal seperti pengecatan, alat-alat navigasi, alat pemadam kebakaran, jangkar, dan peralatan-peralatan lain yang digunakan. Berdasarkan informasi dari galangan kapal, diketahui bahwa asumsi harga *outfit* adalah Rp 17.000 per kg. Estimasi berat *outfit* adalah 20% x LWT. *Outfit cost* untuk pelabuhan perikanan terapung adalah sebagai berikut:

$$C_o = W_o \cdot P_o \quad (5.55)$$

$$C_o = 87,63 \times 1000 \times \text{Rp. } 17.000 \quad (5.55.1)$$

$$C_o = \text{Rp. } 1.489.821.779 \quad (5.55.2)$$

5.8.4. *Non-Weight Cost*

Biaya *non-weight cost* merupakan biaya yang tidak dikelompokkan dalam ketiga grup biaya sebelumnya karena tidak dapat dihitung dengan parameter berat, akan tetapi harus dikeluarkan karena menyangkut dengan pembangunan sebuah bangunan terapung. Hal-hal yang termasuk dalam *non-weight cost* misalnya biaya untuk *drawing office labour*, biaya untuk biro klasifikasi, biaya konsultasi, *tank test*, *model cost*, *sea trial*, dsb. *Non-weight cost* (C_{NW}) diperhitungkan sebesar 10% dari total biaya material (*structure cost*, *machinery cost*, dan *outfit cost*) (Watson 1998).

$$C_{NW} = 10\% \times (C_B + C_M + C_O + C_C + C_i + C_{RO} + C_{CR}) \quad (5.56)$$

$$C_{NW} = 0,1 \times (7.668.200.333 + 815.400.000 + 1.489.821.779 + 23.216.000.000 + 3.300.000.000 + 83.010.000 + 116.214.000)$$

$$C_{NW} = \text{Rp. } 3.668.864.611 \quad (5.56.2)$$

5.8.5. **Biaya Total**

Biaya total adalah penjumlahan dari biaya struktur, biaya permesinan, biaya *outfit*, dan *non-weight cost*.

$$C_T = C_B + C_M + C_O + C_C + C_i + C_{RO} + C_{CR} + C_{NW} \quad (5.57)$$

$$C_T = \text{Rp. } 40.357.510.724 \quad (5.57.1)$$

5.8.6. **Harga Pelabuhan Perikanan Terapung**

Harga diperoleh dengan mengoreksi biaya total sebagai berikut:

1. Tambahan laba yang dikutip oleh galangan sebesar 5% dari biaya total.

$$\text{Profit} = 5\% \times C_T \quad (5.58)$$

$$\text{Profit} = 5\% \times \text{Rp. } 40.357.510.724 \quad (5.58.1)$$

$$\text{Profit} = \text{Rp. } 2.017.875.536 \quad (5.58.2)$$

2. Koreksi inflasi sebesar 2% dari biaya total untuk mengantisipasi pengaruh inflasi pada biaya selama masa pembangunan.

$$\text{Koreksi Inflasi} = 2\% \times C_T \quad (5.59)$$

$$\text{Koreksi Inflasi} = 2\% \times \text{Rp. } 40.357.510.724 \quad (5.59.1)$$

$$\text{Koreksi Inflasi} = \text{Rp. } 807.150.214 \quad (5.59.2)$$

Dengan demikian harga pelabuhan perikanan terapung adalah :

$$P = C_T + U + I \quad (5.60)$$

$$P = \text{Rp. } 40.357.510.724 + \text{Rp. } 2.017.875.536 + \text{Rp. } 807.150.214 \quad (5.60.1)$$

$$P = \text{Rp. } 43.182.536.474 \quad (5.60.2)$$

Rincian biaya pembangunan pelabuhan perikanan terapung dapat dilihat di Lampiran 7.

BAB 6.

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1. Kesimpulan

Dari penjelasan yang sudah dijabarkan pada Bab 5, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Potensi lestari ikan pelagis di perairan Sumatera Barat adalah sebesar 3.782,22 ton per tahun. Jumlah ikan yang boleh ditangkap adalah 80% dari potensi lestarnya, yaitu 3.025,78 ton/tahun. Jumlah tangkapan aktual adalah 5.025,09 ton dalam satu tahun sehingga telah melebihi 40,02% dari jumlah tangkapan ikan yang diperbolehkan. Keadaan ini menunjukkan bahwa ikan pelagis di perairan Sumatera Barat sudah dieksploitasi secara berlebihan yang menyebabkan kelangkaan sumberdaya ikan pelagis di perairan tersebut.
2. Pola operasi pelabuhan perikanan terapung mencakup 3 aktifitas, yaitu aktifitas pembongkaran ikan hasil tangkapan dari kapal ikan, aktifitas pemuatan ikan hasil tangkapan oleh kapal pengangkut, serta aktifitas pemuatan logistik kapal penangkap ikan.
3. Lokasi pelabuhan perikanan terapung berada di koordinat 1°45,60' Selatan-99°38,00" Timur.
4. Fasilitas-fasilitas yang disediakan oleh pelabuhan perikanan terapung adalah sebagai berikut:
 - a. Dermaga pendaratan ikan : 57,73 meter
 - b. Dermaga perlengkapan : 57,73 meter
 - c. Dermaga istirahat : 36,83 meter
 - d. Tempat Pendaratan Ikan : kapasitas 12,31 ton/ hari; luas 102,58 m²
 - e. *Cold storage* : kapasitas 58,04 ton ; luas 87,06 m²
 - f. Tangki bahan bakar : kapasitas 556,33 ton ; luas 545,42 m²
 - g. Tangki minyak pelumas : kapasitas 3 ton ; luas 2,5 m²
 - h. Gudang es (*ice storage*) : kapasitas 99 ton ; luas 148,5 m²
 - i. Pabrik es : kapasitas 8,25 ton/hari ; luas 13,75 m²

- j. Tangki air tawar : kapasitas 177,27 ton ; luas 265,91 m²
- k. Gudang kering : kapasitas 5,98 ton ; luas 15,75 m²
- l. Kantor : luas 49,24 m²
- m. Gudang perlengkapan : luas 49,24 m²
- n. Ruang pembangkit listrik : luas 10 m²

Untuk mendukung kegiatan operasional, pelabuhan perikanan terapung difasilitasi generator sebagai sumberdaya listrik sebanyak 2 unit dengan kapasitas 137 kVa atau setara 109 kW. Selain fasilitas-fasilitas tersebut diatas, pelabuhan perikanan terapung juga dilengkapi dengan sistem produksi air tawar (*Seawater Reverse Osmosis Plant*) dengan kapasitas 15 m³/jam, dan *crane* dengan daya angkut hingga 20 ton.

5. Ukuran minimum pelabuhan perikanan terapung yang dapat menampung seluruh fasilitas pelabuhan perikanan terapung adalah sebagai berikut :

Panjang (LOA)	: 82,41 meter
Lebar (B)	: 16,48 meter
Tinggi (H)	: 5,89 meter

6. Estimasi biaya pembangunan pelabuhan perikanan terapung adalah sebesar Rp. 43.182.536.474,00.

6.2. Saran

Saran adalah hal-hal yang tidak dapat dibahas dalam penelitian ini namun dapat dijadikan bahan untuk pengembangan thesis ini. Saran-saran tersebut adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya merupakan desain konseptual sehingga perlu perhitungan dan perancangan pelabuhan perikanan terapung yang lebih lanjut sehingga dapat diperoleh desain teknis yang lebih detail.
2. Pada penelitian ini tidak dibahas mengenai sistem *mooring* dari pelabuhan perikanan terapung yang akan dibuat. Penelitian mengenai *sistem mooring* yang akan digunakan dapat memecahkan persoalan penempatan pelabuhan perikanan terapung di perairan yang lebih dalam.

3. Kondisi oseanografi merupakan hal yang kurang dianalisis secara mendalam dalam thesis ini, padahal kondisi oseanografi merupakan salah satu hal yang harus diperhatikan dalam rangka pembangunan pelabuhan perikanan terapung. Oleh karena itu perlu analisis lanjutan mengenai kondisi oseanografi dalam kaitannya dengan pembangunan pelabuhan perikanan terapung.
4. Pembangunan suatu pelabuhan perikanan akan berdampak kepada kondisi sosial ekonomi masyarakat di sekitarnya. Oleh sebab itu perlu dianalisis pengaruh pelabuhan perikanan terapung terhadap kondisi sosial ekonomi masyarakat perikanan di Sumatera Barat.
5. Untuk tujuan usaha, setiap proyek atau kegiatan harus dikaji mengenai kelayakan investasinya. Oleh sebab itu pembangunan pelabuhan perikanan terapung pun harus dianalisis mengenai kelayakan usahanya sehingga dapat ditentukan apakah pembangunan pelabuhan perikanan terapung ini merupakan proyek yang menarik bagi dunia usaha atau tidak.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Ardidja, Supardi. 2007a. *Kapal Penangkap Ikan*. Jakarta: STP Press.
- . 2007b. *Metode Penangkapan Ikan*. Jakarta: STP Press.
- Badrudin. 2011. *Analisis Data Catch And Effort Untuk Pendugaan MSY*. Jakarta: Indonesia Marine And Climate Support (IMACS) Project, USAID.
- Baird, Alfred J., dan Dirk Rother. 2013. "Technical and economic evaluation of the floating container storage and transshipment terminal (FCSTT)." *Transportation Research Part C* 30: 178-192.
- Balai Penelitian Perikanan Laut. 2014. *Potensi Dan Tingkat Pemanfaatan Sumberdaya Ikan di Wilayah Pengelolaan Perikanan Republik Indonesia (WPP RI)*. Ref Grafika dan Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan.
- Bappenas. 2014. *Kajian Strategi Pengelolaan Perikanan Berkelanjutan*. Jakarta: Badan Perencanaan Pembangunan nasional.
- Barrass, C.B. 2004. *Ship Design and Performance For Masters and Mates*. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann.
- Ben C. Gerwick, Jr. 2007. "Semisubmersible barges." Dalam *Construction of Marine and Offshore Structure*, 137. California, USA: CRC Press.
- Biro Klasifikasi Indonesia. 2014. "Rules For Hull Vol.II Section 31." Dalam *Rules for The Classification And Construction*. Jakarta: Biro Klasifikasi Indonesia.
- Blank, Leland, dan Anthony Tarquin. 2012. "Chapter 15: Cost Estimation and Indirect Cost Allocation." Dalam *Engineering Economy: Seventh Edition*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- C. Zhang, Y. Chen, Y. Ren. 2016. "An Evaluation of Implementing Long-term MSY in Ecosystem-based Fisheries Management: Incorporating Trophic Interaction Bycatch and Uncertainty." *Journal of Fisheries Research* 174: 179-189.

- Chung, T.Y, J.H. Chung, S.Y Hong, dan Y.J Ji. 2001. "Experimental Study On The Hydroelastic Response Characteristics of a Pontoon Type Floating Structure." *Practical Design of Ships and Other Floating Structures I* (Elsevier): 205-219.
- Dewi, Amalia, Purwanto, dan Denny Nugroho Sugianto. 2017. "Analisis Deformasi Gelombang Gelombang Di pulau Siberut Kabupaten Kepulauan Mentawai Provinsi Sumatera Barat." *Jurnal Oseanografi Vol.6 Nomor. 2* 330-340.
- Direktorat Pengolahan Hasil. 2008. *Petunjuk Teknis Pembangunan Unit Usaha Pabrik Es*. Jakarta: Departemen kelautan dan perikanan.
- FAO. 2010. "Fishing Harbour Planning, Construction, And Management." *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 539* ISSN 2070-7010.
- Gard AS. 2014. *Bunkers and Bunkering*.
- Habiyudin, Capt. 2010. *Konstruksi dan Stabilitas Kapal*. Semarang: BP3IP.
- Hoiland, Andreas Vangdal. 2017. *Dynamic Analysis of A Vessel-shaped Fish Farm for Open Sea*. Master Thesis, Stavanger: Thesis: Faculty of Science and technology Universitetet i Stavanger.
- Ilyas, Sofyan. 1993. *Teknologi Refrigerasi Hasil Perikanan Jilid II; Teknik Pembekuan Ikan*. 2nd. Jakarta: STP Press.
- IMO. 1969. "International Convention on Tonnage Measurement of Ships." London: International Maritime Organization (IMO).
- Johnson, W.A., F.J. Nicholson, A. Roger, dan Stroud G.D. 1994. "Refrigeration Plant Requirement." *FAO Fisheries Technical Paper No. 340*.
- KepMen. 1999. "Kepmentan No. 995/Kpts/LK210/9/99 tentang Potensi Sumber Daya Ikan dan Jumlah Tangkapan yang Diperbolehkan di Wilayah Perairan Indonesia."
- Kramadibrata, Soedjono. 2002. *Perencanaan Pelabuhan*. Bandung: Penerbit ITB.

- Krisdiyana, Diyan, R.D. Iriana, dan Junaedi. 2006. *Analisis Bio Ekonomi Tuna Madidihang (Thunnus Albacares Bonnaterre 1788) di Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI) 573*. Thesis, Bandung: Universitas Padjadjaran.
- Kumakura, Yasushi, dan Hiroshi Sasajima. 2001. "A Consideration Of Life Cycle Cost Of A Ship." Disunting oleh You-Sheng Wu, Wei-Cheng Cui dan Guo-Jun Zhou. *Practical Design of Ships and Other Floating Structures* (Elsevier) I (Elsevier): 29-35.
- Lubis, Ernani. 2012. *Pelabuhan Perikanan*. Edisi 2. Bogor: IPB Press.
- Ma, N., T. Hirayama, dan K. Ishikawa. 2001. "An Investigation Into Wave Induced Drift Forces And Motions Of Very Large Floating Structures." *Practical Design of Ships and Other Floating Structures I* (Elsevier): 187-195.
- Maeda, H., T. Ikoma, C.K. Rheem, dan M. Arita. 2001. "Effects Of A Draft On Hydroelastic responses Of A Pontoon Type very Large Floating Structure." *Practical Design of Ships and Other Floating Structures I* (Elsevier): 221-227.
- Maunder, M.N. 2008. "General Ecology: Maximum Sustainable Yield." *Elsevier Journal* 2292-2296.
- PerMen KP. 2016. "Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan RI No. 16 Tahun 2016 Tentang Pelabuhan Perikanan."
- PerMen. 2005. "Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM. 6 Tahun 2005."
- PP. 1984. "Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.15/1984 tentang Pengelolaan Sumber Daya Alam Hayati di ZEE Indonesia."
- Prado, J., dan P.Y. Dremiere. 1991. *FAO: Petunjuk Praktis bagi Nelayan*. Dialihbahasakan oleh Zarochman, Nur Bambang, Dulgofar, Baithur Syarif Fauzi. Semarang: Balai Pengembangan Penangkapan Ikan (BPPI).

- Priono, Djoko, dan Rajab. 2014. *Analisis perhitungan bahan bakar untuk mesin induk pada kapal pukat udang*. Jakarta: STP Press.
- Rangkuti, Aidawayati. 2013. *7 Model Riset Operasi dan Aplikasinya*. Edisi Kesatu. Surabaya: Brillian Internasional.
- Shin, Hyunkyong, Ho-Young Lee, Choon-Gyu Lim, Jeom-Moon Kang, Oi-Hyun Kim, dan Myung-Cheol Yoon. 2001. "A Study On Deck Wetness And Slamming Of Very Large Floating Structures." *Practical Design of Ships and Other Floating Structures I* (Elsevier): 229-235.
- Spare, P, dan S.C. Venema. 1999. *Introduksi Pengkajian Stok Ikan Tropis; Buku 1: Manual*. Jakarta: Diterbitkan atas kerjasama Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian bekerjasama dengan FAO.
- Speir, Cameron, C. Pomeroy, dan J.G. Sutinen. 2014. "Port Level Fishing Dynamics: Assesing Changes in the Distribution of Fishing Activity Over Time." *Journal of Marine Policy* 46: 171-191.
- Surachman, dan Murti Astuti. 2015. *Operations Research*. Edisi Kedua. Malang: Media Nusa Creative.
- Suryadi. 2011. *Analisa teknis Ekonomis Perencanaan Sistem Reverse Osmosis Untuk Kebutuhan Air Tawar (Domestic Fresh water System) Pada Kapal Niaga (MV. Avila)*. Thesis, Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.
- Suzuki, Hideyuki. 2005. "Overview of Megafloat: Concept, design criteria, analysis, and design." *Marine Structure* 18: 111-132.
- The IAPH Guidelines. 2001. "IAPH Guidelines For Port Planning and Design." Port Planning and Construction Commitee.
- Triatmodjo, Bambang. 2005. *Perencanaan Pelabuhan*. Edisi 3. Yogyakarta: Beta Offset.

Tsinker, Gregory P. 1986. *Floating Ports: Design And Construction Practices*.
1st. Houston, Texas: Gulf Publishing Company.

UU. 2006. "Undang-undang No.31 tahun 2006 Tentang Perikanan."

Velsink, H. 1993. "Port and Terminals: Planning and Functional Design."
TUDelft.

Watson, David G.M. 1998. "Chapter 18: Cost Estimating." Dalam *Practical Ship
Design*, 465-489. Oxford, UK: Elsevier.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

- Lampiran 1. Tabel perhitungan index kapal penangkap ikan
- Lampiran 2. Penentuan grafik potensi lestari sumberdaya ikan (Maximum Sustainable Yield)
- Lampiran 3. Optimasi jumlah tangkapan maksimum dengan linear programming
- Lampiran 4. Optimasi jumlah kapal ikan dengan linear goal programming
- Lampiran 5. Perincian kebutuhan daya listrik pelabuhan perikanan terapung
- Lampiran 6. Perincian perhitungan kapasitas fasilitas pelabuhan perikanan terapung
- Lampiran 7. Perincian perhitungan biaya pembangunan pelabuhan perikanan terapung
- Lampiran 8. Desain konseptual pelabuhan perikanan terapung
- Lampiran 9. Data kapal perikanan yang berpangkalan di PPS Bungus (Sumber: Direktorat Perizinan dan Kenelayanan, KKP, 2016)

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

Lampiran 1. Tabel perhitungan indeks kapal penangkap ikan

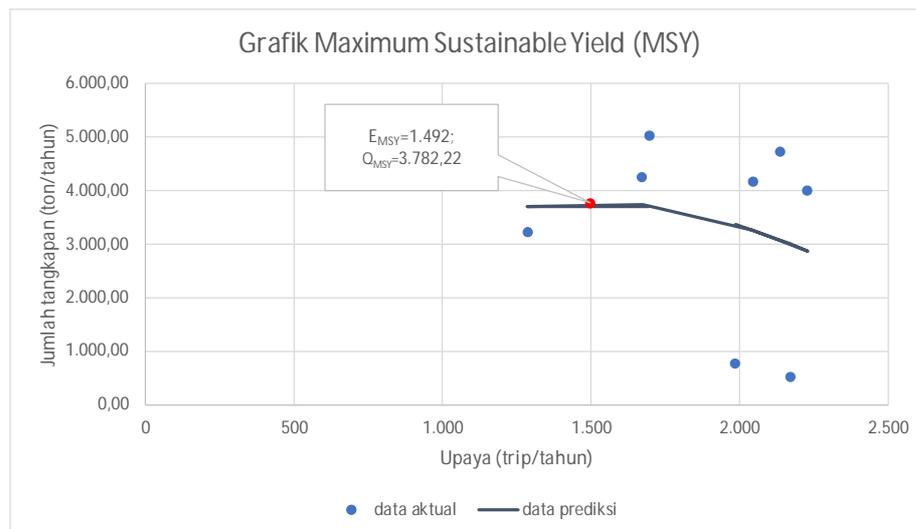
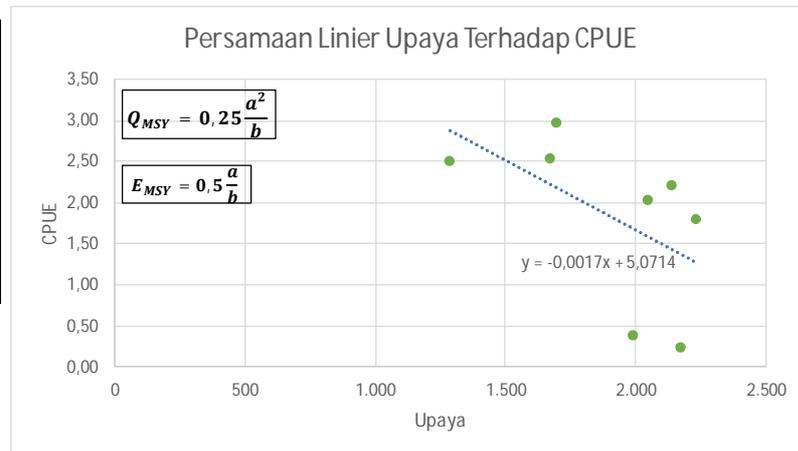
Tipe kapal	Index alat tangkap (I)	tahun 2008		tahun 2009		tahun 2010		tahun 2011		tahun 2012		tahun 2013		tahun 2014		tahun 2015	
		upaya (E)	Upaya standar (E'=I.E)														
Kapal longline	1,00	1425	1425	1495	1495	1525	1525	1590	1590	1460	1460	710	710	605	605	1408	1408
Kapal purse seine	0,71	690	490	790	561	795	565	785	557	720	511	1185	842	840	597	552	392
Total upaya standar		1915	1915	2056	2056	2090	2090	2147	2147	1971	1971	1552	1552	1202	1202	1800	1800

Lampiran 2. Penentuan grafik potensi lestari sumberdaya ikan (*Maximum Sustainable Yield*)

PENENTUAN GRAFIK POTENSI LESTARI SUMBERDAYA IKAN ATAU MAXIMUM SUSTAINABLE YIELD (MSY)

Tahun	Upaya (X) (trip/tahun)	Jumlah Tangkapan (Y) (ton/tahun)	CPUE (X/Y)	Prediksi tangkapan (ton/tahun)
	X	Y	X/Y	Y=X.(a-bX)
2008	1.985	763,80	0,38	3.368,29
2009	2.136	4.731,20	2,21	3.075,83
2010	2.170	521,80	0,24	2.999,22
2011	2.227	4.000,80	1,80	2.862,46
2012	2.044	4.155,90	2,03	3.262,73
2013	1.672	4.257,30	2,55	3.727,01
2014	1.287	3.213,70	2,50	3.710,91
2015	1.695	5.025,59	2,97	3.712,02
MSY	1.492	3.782,22	2,54	3.782,22
Jumlah	15.216,38	26.670,09	14,68	26.718,47

a =	5,0714
b =	0,0017
Q_{MSY} =	3.782,22
E_{MSY} =	1.492
Jumlah yang boleh ditangkap	
3.025,78	



Lampiran 3. Optimasi jumlah tangkapan maksimum dengan *linear programming*

MODEL LINEAR PROGRAMMING
PENENTUAN JUMLAH TANGKAPAN MAKSIMAL TIAP TIPE KAPAL IKAN

Variabel

Tipe Kapal	Total upaya penangkapan
Kapal longline	510
Kapal purse seine	724

Tipe Kapal	Jumlah tangkapan per trip
Kapal longline	1,97
Kapal purse seine	2,79

Kendala 1 : Upaya penangkapan

Tipe Kapal	Upaya (trip)	Syarat	Effort optimum
Longline	510		
Purse seine	724		
Jumlah	1.234	<=	1.492

Kendala 2: Jumlah Tangkapan Yang Diperbolehkan (JTB)

Tipe Kapal	Jumlah Tangkapan (ton)	Syarat	JTB
Longline	1.004,70		
Purse seine	2.019,96		
Jumlah	3.024,66	<=	3.025,78

Kendala 3: Jumlah minimal tangkapan per trip

Tipe Kapal	Hasil Tangkapan per trip (ton)	Syarat	Target Tangkapan
Longline	1,97	>=	1,97
Purse seine	2,79	>=	2,79

Tujuan

Maksimal hasil tangkapan

Tipe Kapal	Jumlah tangkapan (ton)
Kapal longline	1004,7
Kapal purse seine	2019,96
Total (Max Catch)	3024,66

Lampiran 4. Optimasi jumlah kapal ikan dengan linear goal programming

**MODEL LINEAR GOAL PROGRAMMING
PENENTUAN JUMLAH MAKSIMUM KAPAL IKAN**

Variabel

Tipe Kapal	Jumlah upaya per tahun	Jumlah tangkapan per trip	Jumlah Kapal
longline	16	1,97	31
purse seine	5	2,79	146

1. Kendala/tujuan hasil tangkapan maksimal setiap tipe kapal

Tipe kapal	Jml tangkapan (ton)	s ⁻	s ⁺	Balance	Syarat	GOAL
Longline	977,12	27,58	0,00	1.004,70	=	1.004,70
Purse seine	2.036,70	0,00	16,74	2.019,96	=	2.019,96
Total	3.013,82	27,58	16,74	3.024,66		3.024,66

2. Kendala/tujuan target tangkapan maximal per tahun

Jumlah Tangkapan	s ⁻	s ⁺	Balance	Syarat	JTB
3.013,82	11,96	0,00	3.025,78	=	3.025,78

3. Kendala/tujuan tangkapan setiap jenis kapal per trip

Tipe kapal	Jml tangkapan (ton)	s ⁻	s ⁺	Balance	Syarat	GOAL
Longline	1,97	0,00	0,00	1,97	=	1,97
Purse seine	2,79	0,00	0,00	2,79	=	2,79
Total	4,76	0,00	0,00	4,76		4,76

Tujuan Maksimal hasil tangkapan

Total (Max Catch)	3.013,82
--------------------------	-----------------

Lampiran 5. Perincian kebutuhan daya listrik pelabuhan perikanan terapung

PERINCIAN KEBUTUHAN DAYA LISTRIK PELABUHAN PERIKANAN TERAPUNG

Item	Value	Satuan	Keterangan
1. Seawater RO Plant			
Kebutuhan	: 43.493	liter/hari	
	: 43,49	m ³ per hari	
Produksi air per hari	: 45,6	m ³ per hari	(FAO 2010)
Daya	: 18,2	kW	(FAO 2010)

2. Cold Storage			
Kebutuhan	: 58,04	ton	
Densitas ikan beku	: 500	kg/m ³	
Kapasitas Cold Storage	: 116,08	m ³	
Daya	: 22,6	kW/1000 m ³	(Johnson1994)
Kebutuhan daya	: 2,62	kW	

3. Pabrik Es			
Kapasitas Pabrik es	: 8,25	ton/hari	
Jam operasi	: 8	jam/hari	
Daya	: 70	kWh/ton	(Johnson1994)
Kebutuhan daya	: 72,19	kW	

4. Hydraulic Marine Ship Deck Crane			
Kapasitas	: 3 s/d 20	ton	
Kebutuhan daya	: 15	kW	(Alibaba.com 19/04/2018); Haoy offshore crane)

5. Penerangan dan kebutuhan listrik lainnya			
Total kebutuhan daya	: 1000,00	watt	(asumsi)
	: 1	kW	

Total daya	: 109,01	kW	
Kapasitas genset	: 110,00	kW	(1 kVA = 0,8 kW)
Kemampuan genset	: 137,00	kVA	(1 HP = 0,746 kW)
HP Genset	: 148,00	HP	

Lampiran 6. Perincian perhitungan kapasitas fasilitas pelabuhan perikanan terapung

PERINCIAN PERHITUNGAN KAPASITAS FASILITAS PELABUHAN PERIKANAN TERAPUNG

1. KAPASITAS TEMPAT PELELANGAN IKAN (TPI)

Tipe Kapal	Jumlah Kapal sandar per hari (unit)	Tangkapan per kapal (ton)	Kapasitas TPI (ton)
Longline	2	1,97	3,94
Purse seine	3	2,79	8,37
Total			12,31

2. KAPASITAS COLD STORAGE

A. Ikan Tangkapan

Tipe Kapal	Jumlah Kapal sandar per hari (unit)	Tangkapan per kapal (ton)	Total tangkapan (ton)	Waktu penyimpanan (hari)	Kapasitas Cold Storage (ton)
Longline	2	1,97	3,94		
Purse seine	3	2,79	8,37		
Jumlah			12,31		

B. Ikan Umpan

Tipe Kapal	Jumlah Kapal sandar per hari (unit)	Kebutuhan Umpan per kapal (ton)	Total kebutuhan umpan (ton)	Waktu penyimpanan (hari)	Kapasitas Cold Storage (ton)
Longline	2	1,00	2		
Purse seine	3	0,00	0		
Jumlah			2		
				Cadangan 10%	0,80
				Total	8,80

KAPASITAS TOTAL COLD STORAGE = A+B	58,04
---	--------------

3. KAPASITAS TANGKI BAHAN BAKAR

Tipe Kapal	Jumlah Kapal sandar per hari (unit)	Kebutuhan per kapal (liter)	Total kebutuhan (liter)	Waktu penyimpanan (hari)	Kapasitas tangki (liter)	Kapasitas tangki (ton)	
Longline	2	20.000,00	40.000				
Purse seine	3	15.000,00	45.000				
Jumlah			85.000	7	595.000,00	505,75	
					Cadangan 10%	59.500,00	50,58
					Total	654.500,00	556,33

4. KAPASITAS TANGKI PELUMAS

Tipe Kapal	Jumlah Kapal sandar per hari (unit)	Kebutuhan per kapal (liter)	Total kebutuhan (liter)	Waktu penyimpanan (hari)	Kapasitas tangki (liter)	Kapasitas tangki (ton)	
Longline	2	90,00	180				
Purse seine	3	70,00	210				
Jumlah			390	7	2.730,00	2,73	
					Cadangan 10%	273,00	0,27
					Total	3.003,00	3,00

5. KAPASITAS GUDANG ES (ICE STORAGE)

Tipe Kapal	Jumlah Kapal sandar per hari (unit)	Kebutuhan per kapal (ton)	Total kebutuhan (ton)	Waktu penyimpanan (hari)	Kapasitas tangki (ton)	
Longline	2	0,00	0			
Purse seine	3	7,50	22,50			
Jumlah			22,50	4	90,00	
					Cadangan 10%	9,00
					Total	99,00

6. KAPASITAS PABRIK ES

KAPASITAS PABRIK ES = (1/3) X (110% X 22,5)	8,25
--	-------------

7. KAPASITAS TANGKI AIR TAWAR

No	Keperluan	Banyak air yang diperlukan	jumlah (liter)	Waktu penyimpanan (hari)	Kapasitas tangki (liter)	Kapasitas tangki (ton)			
1	Kapal ikan								
	a. Longline	2 unit x 1.000 liter	2.000						
	b. Purse seine	3 unit x 4.200 liter	12.600						
2	Pencucian ikan (1 liter/kg ikan)	12.310 kg x 1 liter	12.310						
3	Pembersihan TPI (10 liter/m ²)	170,97 m ² x 10 liter x 3	5.129,10						
4	Bahan baku es (1 liter/kg es)	8250 kg x 1 liter	8.250						
Total			40.289						
Cadangan 10% x 40.289,1			4.029						
Total			44.318				4	177.272	177,27

8. KAPASITAS GUDANG PENYIMPANAN KERING

Tipe Kapal	Jumlah Kapal sandar per hari (unit)	Kebutuhan per kapal (ton)	Total kebutuhan (ton)	Waktu penyimpanan (hari)	Kapasitas tangki (ton)
Longline	2	0,08	0,16		
Purse seine	3	0,40	1,20		
Jumlah			1,36		
				4	5,44
				Cadangan 10%	0,54
				Total	5,98

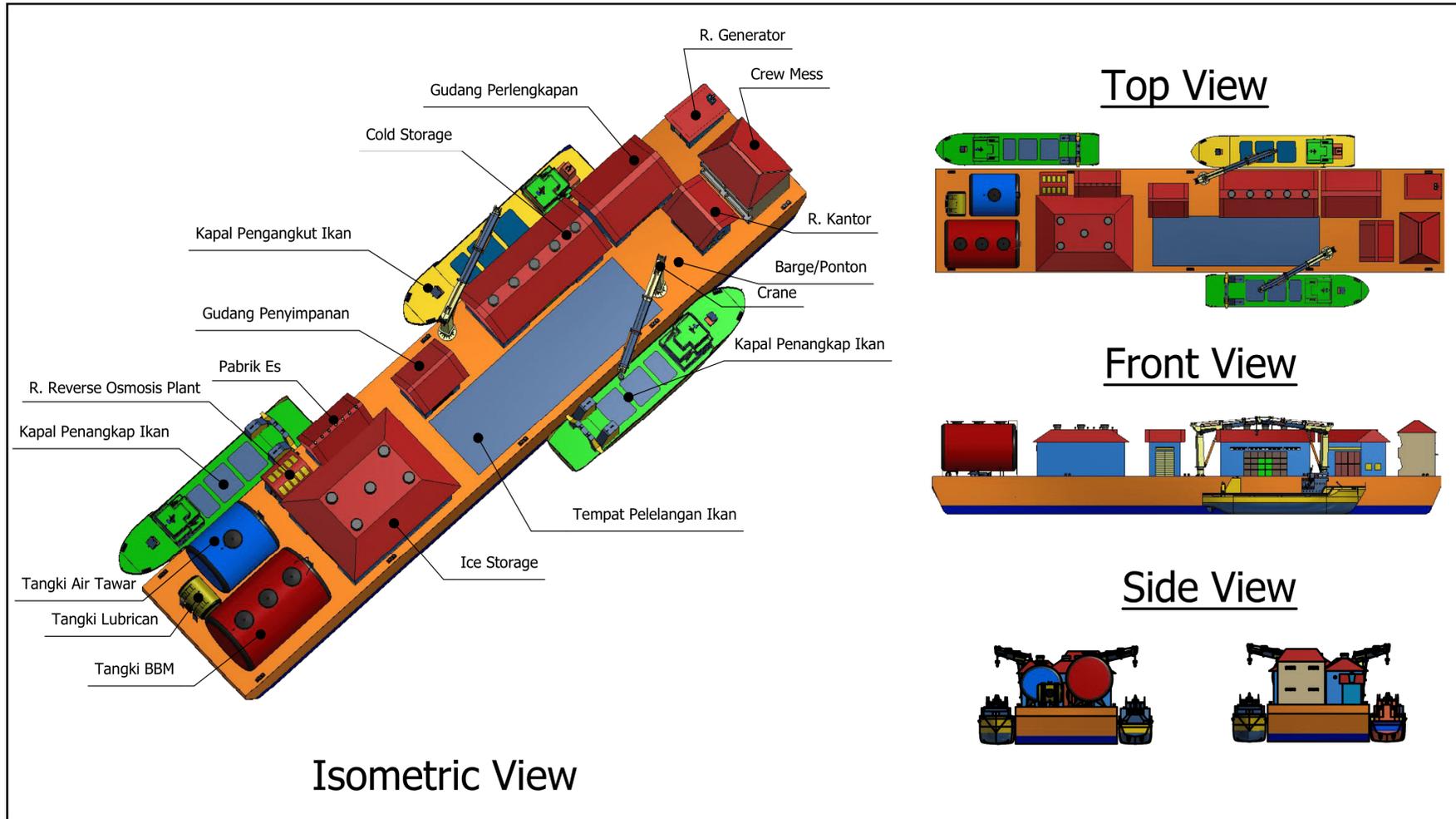
Lampiran 7. Perincian perhitungan biaya pembangunan pelabuhan perikanan terapung

PERINCIAN BIAYA PEMBANGUNAN PELABUHAN PERIKANAN TERAPUNG

ITEM	VALUE	SATUAN	TOTAL	KETERANGAN
1. Biaya Struktur Kapal				
LWT	438,18	ton		
Berat baja	306,73	ton		70% x LWT (Barras, 2004)
	306.728	kg		
Harga baja	Rp25.000	per kg		
Biaya baja			Rp7.668.200.333	
2. Biaya Permesinan				
a. Generator				
Kapasitas (KW)	110,00	kilowatt		(1 kVA = 0,8 kW)
Kapasitas (kVA)	137,00	kVA		(1 HP = 0,746 kW)
Harga	Rp407.700.000	per unit		www.hargen.co.id 19/04/18; perkins silent 135kVa)
Jumlah unit	2	unit		
Biaya generator			Rp815.400.000	
b. Biaya cold storage				
Kapasitas	58,04	ton		
Harga	Rp2.000.000.000	per 5 ton kapasitas		
Biaya cold storage			Rp23.216.000.000	
c. Pabrik Es				
Kapasitas	8,25	ton/hari		
Harga	Rp2.000.000.000	per 5 ton kapasitas		
Biaya Pabrik es			Rp3.300.000.000	

d. Seawater RO Plant			
Kapasitas	:	45,6	m ³ /hari
Harga	:	\$6.000	per unit
Jumlah unit	:	1	unit
Biaya Seawater RO Plant	:	Rp83.010.000	(kurs US\$1=Rp.13.835; Bank Indonesia 16/04/2018)
e. Marine Ship Deck Crane			
Kapasitas	:	3 s/d 20	ton
Harga	:	\$4.200	per unit
Jumlah unit	:	2	unit
Biaya Marine ship deck crane	:	Rp116.214.000	(kurs US\$1=Rp.13.835; Bank Indonesia 16/04/2018)
3. Biaya Outfit			
LWT	:	438,18	ton
Berat Outfit	:	87,64	ton
	:	87.637	kg
Harga outfit	:	Rp17.000	per kg
Biaya outfit	:	Rp1.489.821.779	
TOTAL BIAYA MATERIAL	:	Rp36.688.646.112	
4.Non-weight Cost	:	10%	Rp3.668.864.611
			10% x total biaya material (Watson 1998)
TOTAL BIAYA	:	Rp40.357.510.724	
5. Profit galangan	:	5%	Rp2.017.875.536
			5% x total biaya (Watson,1998)
6. Koreksi biaya terhadap inflasi	:	2%	Rp807.150.214
			2% x total biaya (Watson,1998)
HARGA PEMBANGUNAN	:	Rp43.182.536.474	

Lampiran 8. Desain konseptual pelabuhan perikanan terapung



Lampiran 9. Data kapal perikanan yang berpangkalan di PPS Bungus (Sumber: Direktorat Perizinan dan Kenelayanan, KKP, 2016)

NO	NAMA KAPAL	PEMILIK	NOMOR IJIN	ALAT TANGKAP	GT KAPAL
1	BAHANA MARINE - 06	RUDY LO	26.17.0001.01.57654	PENGUMPUL	153
2	SUN SUN LI LI	RUDY LO	26.17.0001.01.57653	PURSE SEINE	123
3	CENTRALINDO	RONALD SUSILO, ST	26.16.0001.01.53881	PURSE SEINE	125
4	SUN JAYA 88	RUDY LO	26.17.0001.42.55332	PURSE SEINE	121
5	INDAH JAYA	ELLEN	26.17.0001.01.55451	PURSE SEINE	185
6	PRIMA UNITED	DUA SEKAWAN SEMPURNA MANDIRI, PT	26.16.0001.70.53896	PURSE SEINE	126
7	AGRA JAYA 8	WERRY ERWIN	26.16.0001.01.53868	PURSE SEINE	165
8	ARTA SAMPURNA - 08	ZHANG MARINA INDONESIA, PT	26.16.0001.70.53967	PURSE SEINE	129
9	ABADI	KENT HASIL LAUT, PT	26.16.0001.70.53965	PURSE SEINE	117
10	KENNEDI INDAH	SEPAKAT TJIPTA HASIL CEMERLANG, PT	26.16.0001.42.53964	PURSE SEINE	117
11	SEPAKAT INDAH	IRAWATI ANDRIANA	26.16.0001.70.53980	PURSE SEINE	168
12	DAMASHA - 5	ALFIN	26.16.0001.86.54093	PURSE SEINE	138
13	USAHA MAJU - I	CAHYADI T.	26.16.0001.70.54186	PURSE SEINE	168
14	REZEKI SAMUDERA	HAMLID	26.16.0001.70.51717	PURSE SEINE	128
15	CHANDRA JAYA	I KADEK SUGIANTARA	26.16.0001.70.54211	PURSE SEINE	134
16	BERKAH MELIMPAH - 12	RONY CHRISTIAWAN SALAM	26.16.0001.42.54296	PURSE SEINE	189
17	BINTANG SEJATI - I	AGRA JAYA UTAMA, PT	26.16.0001.42.54314	PURSE SEINE	193
18	BINTANG BAHAGIA - 12	HARYANTO	26.16.0001.42.54319	PURSE SEINE	188
19	CENTRALINDO	TANJUNG PERMAI ABADI, PT	26.16.0001.70.54390	PURSE SEINE	125

20	ABADI JAYA - A1	SUGINO	26.17.0001.42.54472	PURSE SEINE	150
21	TRI BUKIT	OEY GIOK HWA	26.17.0001.70.54473	PURSE SEINE	118
22	SUN JAYA 88	GHO OEI ENG	26.17.0001.01.54577	PURSE SEINE	121
23	NANDO JAYA - 02	MUSNALIADI	26.17.0001.42.54566	PURSE SEINE	148
24	KARYA REJEKI	BERKAH MELIMPAH JAYA, PT	26.17.0001.70.54605	PURSE SEINE	194
25	EDBERT JAYA - 7	ANDI SULISTYONO PUTRO	26.17.0001.01.54606	PURSE SEINE	147
26	TRI SAKTI	YUSDI EDY	26.17.0001.01.54621	PURSE SEINE	118
27	CUCO DUO SABENA	ASIH RUKMIASIH	26.17.0001.42.54614	PURSE SEINE	88
28	BINTANG MAS TIMUR	CHARLYWIJAYA TUNA, PT	26.17.0001.70.54652	PURSE SEINE	199
29	HARAPAN JAYA SENTOSA	GHO OEI ENG	26.17.0001.01.54562	PURSE SEINE	168
30	PERINTIS NUSANTARA	LUCILLE RATNA HALIM	26.17.0001.42.54691	PURSE SEINE	117
31	AGUNG MAKMUR - 28	SAJANG	26.17.0001.42.54720	PURSE SEINE	138
32	JAYA BAHARI	PANTAS MARUBA LUMBANTOBING	26.17.0001.01.54719	PURSE SEINE	136
33	SERASI BERSAMA	KENT HASIL LAUT, PT	26.17.0001.70.54711	PURSE SEINE	117
34	MULTI INDAH	LIM BUN HE	26.17.0001.01.54758	PURSE SEINE	156
35	INDAH KAIL	PANTAS MARUBA LUMBANTOBING	26.17.0001.01.54756	PURSE SEINE	157
36	VARIA HARAPAN	TIO TEK HUA	26.17.0001.42.54760	PURSE SEINE	174
37	INDAH JAYA - II	DONI IKHSAN	26.17.0001.01.54753	PURSE SEINE	173
38	HARAPAN JAYA - XXII	CHARLYWIJAYA TUNA, PT	26.17.0001.70.54784	PURSE SEINE	148
39	GABUNGAN BERKAH PANGESTU	SANTOSO	26.17.0001.70.54853	PURSE SEINE	169
40	SUKSES WIJAYA - 68	MAHKOTA MARITIM MAKMUR, PT	26.17.0001.01.54830	PURSE SEINE	148
41	SEJATI MANDIRI	ANDREAS WIBISONO	26.17.0001.42.54923	PURSE SEINE	199

42	INTI MARINA - V	SUWANDI	26.17.0001.01.54936	PURSE SEINE	117
43	SUN SUN LI LI	CHARLYWIJAYA TUNA, PT	26.17.0001.70.54969	PURSE SEINE	123
44	SERASI	LIM BUN HE	26.17.0001.01.55064	PURSE SEINE	117
45	STARINDO JAYA VI	LIM ASIONG	26.17.0001.01.55063	PURSE SEINE	158
46	INDAH JAYA 3	BERKAH MELIMPAH JAYA, PT	26.17.0001.42.55077	PURSE SEINE	198
47	MULIA JAYA	SOH DJOEI KHIANG	26.17.0001.01.55078	PURSE SEINE	149
48	HASIL SAMUDRA HINDIA	SALAM	26.17.0001.42.55090	PURSE SEINE	173
49	STARINDO JAYA MAJU - VIII	MARTINUS BUDIMAN	26.17.0001.01.55058	PURSE SEINE	156
50	BINTANG SAMUDRA PRIMA	ERNAWATI	26.17.0001.42.55165	PURSE SEINE	124
51	SUMBER LAUT - 8	RONALD SUSILO, ST	26.17.0001.42.55191	PURSE SEINE	146
52	PRIMA UTAMA JAYA - VI	SUGINO	26.17.0001.42.55203	PURSE SEINE	118
53	REZEKI INDAH	CHRISTINA HAKIM	26.17.0001.42.55273	PURSE SEINE	135
54	MARCEL JAYA - 28	BELLINA	26.17.0001.01.55274	PURSE SEINE	193
55	TUNA INDO PRIMA - III	HONG TIN GWEK	26.17.0001.01.55277	PURSE SEINE	164
56	TERUS JAYA - 18	KUB. ANUGERAH	26.17.0001.70.55276	PURSE SEINE	190
57	HASIL LAUT - 38	RUDY LO	26.17.0001.42.55332	PURSE SEINE	135
58	REJEKI MELIMPAH - I	KOPERASI JASA DITA BAHARI (SAFRIWAN SINAGA)	26.16.0001.01.51651	PURSE SEINE	190
59	TANJUNG PERMAI - A2	KUB. REZEKI LAUT I(MUHAMMAD ADI)	26.16.0001.01.53619	PURSE SEINE	151
60	TANJUNG PERMAI - A3	HASIL ALAM SAMUDERA, PT	26.17.0001.42.55334	PURSE SEINE	148
61	SURYA SAMUDERA - 70	KUB. REZEKI LAUT (KAFLAN PILANG)	26.17.0001.51.55409	PURSE SEINE	74
62	HARAPAN JAYA - XXIII	KUB. TELUK BERLIAN	26.17.0001.51.55408	PURSE SEINE	182
63	DAMASHA – I	CHARLYWIJAYA TUNA, PT	26.17.0001.70.55405	PURSE SEINE	196

64	DAMASHA - II	ELLEN	26.17.0001.01.55451	PURSE SEINE	196
65	REZEKI PUTERA ABADI	CHARLYWIJAYA TUNA, PT	26.17.0001.70.55450	PURSE SEINE	117
66	RAJAWALI – V	CHARLYWIJAYA TUNA, PT	26.17.0001.70.55472	PURSE SEINE	187
67	DAMASHA - 7	KARYA LINGGA JAYA, PT	26.17.0001.42.55510	PURSE SEINE	169
68	BINTANG TIMUR	SOH DJOEI KHIANG	26.17.0001.01.55563	PURSE SEINE	117
69	ANUGRAH MARITIM SENTOSA – 6	SOH DJOEI KHIANG	26.17.0001.01.55560	PURSE SEINE	149
70	DEVI SILVANIA	TAN KOK KIANG	26.17.0001.01.55610	PURSE SEINE	88
71	KARYA MAJU	LIK SEN	26.17.0001.42.55727	PURSE SEINE	79
72	BINTANG SABENA	KOPERASI NELAYAN AMANAH (HASRIANTO SAMOSIR)	26.17.0001.51.55659	PURSE SEINE	117
73	SEMANGAT LAUT JAYA	KUB. SEHATI (IRSAN ARITONANG)	26.17.0001.51.55655	PURSE SEINE	117
74	YAKIN V	DUA SEKAWAN SEMPURNA MANDIRI, PT	26.17.0001.01.55685	PURSE SEINE	88
75	SAMUDERA PACIFIC	HARAPAN SARI LAUT, PT	26.17.0001.01.55721	PURSE SEINE	89
76	REZEKI INTI KARYA	HARAPAN SARI LAUT, PT	26.17.0001.01.55717	PURSE SEINE	88
77	GISELLE	HARAPAN SARI LAUT, PT	26.17.0001.01.55716	PURSE SEINE	117
78	BINTANG MAS JAYA	HARAPAN SARI LAUT, PT	26.17.0001.01.55715	PURSE SEINE	117
79	BINTANG REZEKI	HARAPAN SARI LAUT, PT	26.17.0001.01.55718	PURSE SEINE	90
80	REZEKI NELAYAN	HARAPAN SARI LAUT, PT	26.17.0001.01.55719	PURSE SEINE	61
81	SUMBER KASIH - I	HARAPAN SARI LAUT, PT	26.17.0001.42.55720	PURSE SEINE	117
82	SENTOSA LESTARI - III	SRI ASRIANI PANGGABEAN	26.17.0001.01.55723	PURSE SEINE	86
83	JASA KARYA PRIMA - 02	DUA SEKAWAN SEMPURNA MANDIRI, PT	26.17.0001.70.55786	PURSE SEINE	88
84	CROWN	JASMIN SIDABUTAR	26.17.0001.42.55789	PURSE SEINE	117
85	SUMBER KASIH	SYARIFUDDIN LUBIS,SE	26.17.0001.01.55818	PURSE SEINE	117

86	MAS BANDAR - II	BENNY AKMAL	26.17.0001.42.55882	PURSE SEINE	86
87	SUMATERA AGUNG	PERMATA MARINDO JAYA, PT	26.17.0001.70.55897	PURSE SEINE	84
88	SUKSES MAJU	RAHARDJO	26.17.0001.42.55907	PURSE SEINE	117
89	SIBOLGA NAULI	SUPRIADI	26.17.0001.01.55910	PURSE SEINE	117
90	TIGA SAUDARA	HARAPAN SARI LAUT, PT	26.17.0001.01.55913	PURSE SEINE	117
91	PERINTIS SAMUDERA	KERAPU JAYA LESTARI, PT	26.17.0001.01.55920	PURSE SEINE	117
92	INKAMINA - 808	KERAPU JAYA LESTARI, PT	26.17.0001.01.55921	PURSE SEINE	88
93	INKA MINA 810	JUNEIDI	26.17.0001.01.55915	PURSE SEINE	88
94	YAKIN V	JEMS	26.17.0001.42.55923	PURSE SEINE	88
95	SUKA MAJU	CHARLYWIJAYA TUNA, PT	26.17.0001.70.55952	PURSE SEINE	83
96	BINA MAJU	DEWI SRI	26.17.0001.01.55942	PURSE SEINE	85
97	SURYA MAS	KERAPU JAYA LESTARI, PT	26.17.0001.01.56058	PURSE SEINE	117
98	MUMBUL JAYA ABADI	DARMAN	26.17.0001.42.56052	PURSE SEINE	117
99	SINAR TERANG	DUA SEKAWAN SEMPURNA MANDIRI, PT	26.17.0001.42.56072	PURSE SEINE	88
100	PUTRA SARI	KHA BAN	26.17.0001.01.56100	PURSE SEINE	88
101	RATNA SARI	KENT HASIL LAUT, PT	26.17.0001.70.56141	PURSE SEINE	88
102	REZEKI SARI	AMAN INDAYANG	26.17.0001.42.56213	PURSE SEINE	88
103	SUMBER JAYA	BERKAH MELIMPAH JAYA, PT	26.17.0001.70.56254	PURSE SEINE	88
104	TRI STAR	BERKAH MELIMPAH JAYA, PT	26.17.0001.70.56255	PURSE SEINE	88
105	SUMBER REZEKI - II	DUA SEKAWAN SEMPURNA MANDIRI, PT	26.17.0001.70.56342	PURSE SEINE	57
106	PUTERA RIAU	DEWI DIAN ASHA	26.17.0001.42.56369	PURSE SEINE	80
107	KELUARGA SABENA	TIAN TEK	26.17.0001.01.56395	PURSE SEINE	88
108	MAKMUR JAYA	MARHALIM	26.17.0001.42.56419	PURSE SEINE	117

109	MEGA TOP III	VARIA CITRA SAMUDERA, PT	26.17.0001.42.56438	PURSE SEINE	88
110	MEGAWATI	SEPAKAT TJIPTA HASIL CEMERLANG, PT	26.17.0001.42.56448	PURSE SEINE	88
111	SURYA JAYA	DUA SEKAWAN SEMPURNA MANDIRI, PT	26.17.0001.01.56480	PURSE SEINE	88
112	CHRISTINA	HASIL ALAM SAMUDERA, PT	26.17.0001.42.56532	PURSE SEINE	88
113	SRI RAHAYU	SUKIMIN RUDI RAHARJO	26.17.0001.42.56486	PURSE SEINE	65
114	DEVI SILVANIA	BAMBANG DARMANTO	26.17.0001.42.56518	PURSE SEINE	88
115	HASIL NELAYAN	DUA SEKAWAN SEMPURNA MANDIRI, PT	26.17.0001.01.56637	PURSE SEINE	88
116	BINTANG TIMUR	SUMBER SEJATI MARINA, PT	26.17.0001.42.56629	PURSE SEINE	76
117	BINTANG REJEKI - 8	BUDI	26.17.0001.42.56654	PURSE SEINE	88
118	CITRA BARU	IRSAN PASARIBU	26.17.0001.01.56624	PURSE SEINE	90
119	BAHANA CITRA - 9	CHARLYWIJAYA TUNA, PT	26.17.0001.70.56716	PURSE SEINE	83
120	KARYA SIBOLGA	BERKAH MELIMPAH JAYA, PT	26.17.0001.70.56774	PURSE SEINE	88
121	ONASSIS	ANDI SULISTYONO PUTRO	26.17.0001.01.56833	PURSE SEINE	79
122	KARYA HARAPAN	KHA BAN	26.17.0001.42.56843	PURSE SEINE	88
123	WISH ME LUCK - I	AMAN INDAYANG	26.17.0001.42.56842	PURSE SEINE	98
124	KARYA MAJU	HARTONO (HUAT)	26.17.0001.42.56896	PURSE SEINE	79
125	BINTANG SABENA	SEPAKAT TJIPTA HASIL CEMERLANG, PT	26.17.0001.42.56917	PURSE SEINE	98
126	BINTANG LAUT	CHARLYWIJAYA TUNA, PT	26.17.0001.70.57091	PURSE SEINE	98
127	INDRAGIRI	ZHANG MARINA INDONESIA, PT	26.17.0001.70.57078	PURSE SEINE	96
128	SINAR HARAPAN - 88	TRITUNGGAL LINTAS SAMUDRA, PT	26.17.0001.70.57103	PURSE SEINE	88
129	SINAR HARAPAN - 05	TANJUNG PERMAI ABADI, PT	26.17.0001.70.57182	PURSE SEINE	98

130	NUSANTARA	KENT GUI	26.17.0001.42.57148	PURSE SEINE	62
131	KARYA YAKIN	INTI MARINA PRATAMA, PT	26.17.0001.42.57210	PURSE SEINE	99
132	BEST HORIZON	MAREK	26.17.0001.70.57306	PURSE SEINE	65
133	MARADONA	HERMANTO	26.17.0001.01.57338	PURSE SEINE	88
134	MAJU SELAMAT	AMAN INDAYANG	26.17.0001.01.57348	PURSE SEINE	98
135	PULAU PINANG	SUWARDI SURYATI	26.17.0001.01.57346	PURSE SEINE	94
136	ALAM JAYA	MEGAWATI	26.17.0001.70.57359	PURSE SEINE	88
137	SABENA – VII	AGUN, S. KOM	26.17.0001.70.57361	PURSE SEINE	70
138	ARABIKA JAYA	TIAN CAN	26.17.0001.42.57409	LONGLINE	29
139	NAGA MAS PERKASA - 19	PERMATA MARINDO JAYA, PT	26.17.0001.70.57379	LONGLINE	29
140	ARTA SAMPURNA - II	VARIA CITRA SAMUDERA, PT	26.17.0001.42.57443	LONGLINE	52
141	SEGARA TUNA	SAMUDERA ALAM MINA JAYA, PT	26.17.0001.42.57378	LONGLINE	152
142	HASIL LAUT - 30	RONY CHRISTIAWAN SALAM	26.17.0001.42.57461	LONGLINE	172
143	NABINE	CHARLYWIJAYA TUNA, PT	26.17.0001.70.57555	LONGLINE	29
144	NAGA MAS PERKASA - 19	BERKAH MELIMPAH JAYA, PT	26.17.0001.01.57558	LONGLINE	29
145	VINCENT JAYA - 02	BERKAH MELIMPAH JAYA, PT	26.17.0001.70.57562	LONGLINE	29
146	BAHARI NUSANTARA - 23	BERKAH MELIMPAH JAYA, PT	26.17.0001.70.57556	LONGLINE	132
147	PESISIR ANDALAN	MITRA USAHA SAMUDERA, PT	26.17.0001.70.57590	LONGLINE	29
148	ARABIKA JAYA	RUDY LO	26.17.0001.01.57654	LONGLINE	29
149	HASIL MELIMPAH - 22	RUDY LO	26.17.0001.01.57653	LONGLINE	29
150	JIMMY WIJAYA 34	SYARIFUDDIN LUBIS,SE	26.17.0001.01.57649	LONGLINE	130
151	HASIL LAUT - 31	BERKAH MELIMPAH JAYA, PT	26.17.0001.70.57614	LONGLINE	117
152	JIMMY WIJAYA - 25	MATAHARI SUKSES ABADI, PT	26.17.0001.42.57632	LONGLINE	117
153	CITRA NUSANTARA 01	ADY VICTOR THOMAS	26.17.0001.42.57618	LONGLINE	117
154	JIMMY WIJAYA - 29	EFRAIM TJIA, SE	26.17.0001.01.57713	LONGLINE	99

155	INKA MINA 585	PRUNAWAN	26.17.0001.70.57710	LONGLINE	29
156	JIMMY WIJAYA - 15	JUNIANTO	26.17.0001.01.57707	LONGLINE	190
157	JIMMY WIJAYA 30	JUNIANTO	26.17.0001.01.57714	LONGLINE	117
158	SUN RISE – III	PANTAS MARUBA LUMBANTOBING	26.17.0001.01.57788	LONGLINE	134
159	KERISI MINATAMA	MITRA USAHA SAMUDERA, PT	26.17.0001.70.58192	LONGLINE	29
160	CHARLY TUNA WIJAYA - 11	YUSDI EDY	26.17.0001.01.57839	LONGLINE	117
161	JIMMY WIJAYA - 2	SUGIANTO	26.17.0001.01.57804	LONGLINE	117
162	HASIL LAUT - 23	SUGIANTO	26.17.0001.01.57805	LONGLINE	29
163	HASIL MELIMPAH - 5	TRI WIJAYANTO	26.17.0001.70.57819	LONGLINE	55
164	REJEKI MELIMPAH - 3	SURYANI KASNO	26.17.0001.42.57848	LONGLINE	29
165	KAKAP MINA UTAMA	ARMADA DEWATA TIMUR, PT	26.17.0001.70.57967	LONGLINE	29
166	JIMMY WIJAYA - 28	BERKAH MELIMPAH JAYA, PT	26.17.0001.42.57897	LONGLINE	117
167	HASIL MELIMPAH - II	RUSDI	26.17.0001.01.57954	LONGLINE	29
168	JIMMY WIJAYA - 26	KENT HASIL LAUT, PT	26.17.0001.42.57904	LONGLINE	117
169	CHARLY TUNA WIJAYA - 9	BERKAH MELIMPAH JAYA, PT	26.17.0001.42.57896	LONGLINE	117
170	CAHAYA REFORMASI	KUB BAKTI BAHARI (HELDI YARWAN)	26.17.0001.70.57879	LONGLINE	117
171	KERAPU – I	TANJUNG PERMAI ABADI, PT	26.17.0001.42.57945	LONGLINE	117
172	HASIL JAYA	TANJUNG PERMAI ABADI, PT	26.17.0001.42.57946	LONGLINE	70
173	BINTANG MELIMPAH	JASMIN SIDABUTAR	26.17.0001.42.57981	LONGLINE	117
174	MAJU JAYA - 168	HASIL ALAM SAMUDERA, PT	26.17.0001.42.57970	LONGLINE	29
175	CHARLY TUNA WIJAYA - 10	TAN KOK KIANG	26.17.0001.01.58097	LONGLINE	158
176	CHARLY TUNA WIJAYA - 8	BOY STEVEN	26.17.0001.01.58099	LONGLINE	154
177	SUNVIANA	WILANDAR SUSANTO	26.17.0001.70.58113	LONGLINE	29

178	WINSON	BERKATINDO PRIMA SEJAHTERA, PT	26.17.0001.42.58120	LONGLINE	29
179	RODA TERBANG - 5	BERKATINDO PRIMA SEJAHTERA, PT	26.17.0001.42.58121	LONGLINE	63
180	HASIL MELIMPAH	HARIYONO	26.17.0001.42.58219	LONGLINE	29
181	EDBERT JAYA - 3	HERYANTO	26.17.0001.42.58136	LONGLINE	29
182	AGRA JAYA MANDIRI	BERKATINDO PRIMA SEJAHTERA, PT	26.17.0001.42.58248	LONGLINE	130
183	ANGELINA	GOLDEN TUNA, PT	26.17.0001.70.58294	LONGLINE	32
184	SURYA TIMUR - 60	HAJI SAKUBAT	26.17.0001.01.58241	LONGLINE	45
185	INKA MINA - 322	PAIDI	26.17.0001.42.58254	LONGLINE	49
186	LASKAR PELANGI – 88	DUA SEKAWAN SEMPURNA MANDIRI, PT	15.17.0001.02.58285	LONGLINE	117
187	MITRA JAYA BERSAMA VIII	KASMAN, SE	26.17.0001.42.58349	LONGLINE	29
188	DEWATA TIMUR 1	HENDRA	26.17.0001.70.58343	LONGLINE	120

BIODATA PENULIS



Penulis dilahirkan di Tasikmalaya, Jawa Barat, pada tanggal 1 April 1979, dan merupakan putra pertama dari tiga bersaudara. Setelah menyelesaikan pendidikan di SMA Negeri 1 Tasikmalaya pada tahun 1997, penulis melanjutkan pendidikan D-IV di Sekolah Tinggi Perikanan (STP) Jakarta Jurusan Teknologi Penangkapan Ikan dari tahun 1997 hingga tahun 2001. Setelah menyelesaikan pendidikan Diploma IV, penulis berkarir sebagai ABK kapal ikan di Propinsi Banten. Dari 2005 hingga 2010 bekerja di perusahaan musik dan film dengan jabatan terakhir sebagai Retail Coordinator Tarra Group yang merupakan pemegang lisensi film-film produksi 20th Century Fox, Universal Pictures, Dreamworks, Columbia Tristar, Discovery Channel, National Geographic, Cartoon Network, Nickelodeon dan dapur rekaman Catz Record, dan Platinum Record. Pada tahun Desember 2010 penulis bergabung dengan Kementerian Kelautan dan Perikanan RI sebagai staf pengajar jurusan Nautika Perikanan Laut di Sekolah Usaha Perikanan Menengah (SUPM) Negeri Kotaagung Kabupaten Tanggamus Propinsi Lampung. Hingga thesis ini diselesaikan, penulis masih aktif sebagai staf pengajar di sekolah tersebut.

Pada tahun 2016 penulis memperoleh beasiswa untuk melaksanakan studi jenjang S2 dari Kementerian Kelautan dan Perikanan RI dan dinyatakan lulus pada bulan Agustus 2018 setelah menyelesaikan thesis bertema logistik dan pelabuhan perikanan dengan judul “*Desain Konseptual Pelabuhan Perikanan Terapung: Studi Kasus Perairan Lepas Pantai Sumatera Barat*”.

Website : www.oceanofish.com

Email : yusep.sugianto33@gmail.com