

**DISTRIBUSI KELAYAKAN ZONA POTENSIAL PENANGKAPAN
IKAN CAKALANG (*Katsuwonus pelamis*) BAGI UNIT
PENANGKAPAN *PURSE SEINE* DI SEKITAR
PERAIRAN KABUPATEN SINJAI**

SKRIPSI

A. RIANI SAHNI PUTRI



**PROGRAM STUDI PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

**DISTRIBUSI KELAYAKAN ZONA POTENSIAL PENANGKAPAN
IKAN CAKALANG (*Katsuwonus pelamis*) BAGI UNIT
PENANGKAPAN *PURSE SEINE* DI SEKITAR
PERAIRAN KABUPATEN SINJAI**

**A. RIANI SAHNI PUTRI
L231 16 513**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**PROGRAM STUDI PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN
DEPARTEMEN PERIKANAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Distribusi Kelayakan Zona Potensial Penangkapan Ikan
(*Katsuwonus pelamis*) Bagi Unit Penangkapan *Purse Seine*
di Sekitar Perairan Kabupaten Sinjai

Nama : A. Riani Sahni Putri

Stambuk : L231 16 513

Program Studi : Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan

Skripsi telah diperiksa dan disetujui oleh :

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,

Dr. Ir. St. Aisjah Farhum, M.Si
NIP. 19690605 199303 2 002

Mukti Zainuddin, S.Pi., M.Sc., Ph.D
NIP. 19710703 199702 1 002

Mengetahui,



Dekan
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan

Ketua Program Studi
Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan

Dr. Ir. St. Aisjah Farhum, M.Si
NIP. 19690605 199303 2 002

Mukti Zainuddin, S.Pi., M.Sc., Ph.D
NIP. 19710703 199702 1 002

Tanggal Lulus : 26 November 2020

PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : A. Riani Sahni Putri

NIM : L231 16 513

Program Studi : Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa Skripsi dengan judul : "Distribusi Kelayakan Zona Potensial Penangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Bagi Unit Penangkapan *Purse Seine* di Sekitar Perairan Kabupaten Sinjai" ini adalah karya penelitian saya sendiri dan bebas plagiat, serta tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik serta tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali secara tertulis digunakan sebagai acuan dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber acuan serta daftar pustaka. Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam karya ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan (Permendiknas No.17, tahun 2007).

Makassar, 26 November 2020



A. Riani Sahni Putri,
L231 15 307

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : A. Riani Sahni Putri

NIM : L231 16 513

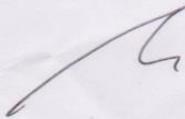
Program Studi : Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi pada jurnal atau forum lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai author dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan Skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 26 November 2020

Mengetahui,



Mukti Zainuddin, S.Pi., M.Sc., Ph.D
NIP. 19710703 199702 1 002

Penulis
**METERAI
TEMPEL**
9D30DAH787344546
6000
ENAM RIBURUPIAH

A. Riani Sahni Putri
L231 16 513

ABSTRAK

A. Riani Sahni Putri. L23116513. “Distribusi Kelayakan Zona Potensial Penangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Bagi Unit Penangkapan *Purse Seine* di Sekitar Perairan Kabupaten Sinjai”. Dibimbing oleh Sebagai Pembimbing Utama **St. Aisjah Farhum** dan **Mukti Zainuddin** Sebagai Pembimbing Anggota

Teluk Bone merupakan kawasan yang potensial dijadikan sebagai area penangkapan ikan pelagis maupun demersal terkhususnya di wilayah sekitaran perairan Kabupaten Sinjai. Penelitian ini bertujuan memprediksi Zona Potensial Penangkapan Ikan (ZPPI) cakalang berbasis sistem informasi perikanan tangkap di perairan Kabupaten Sinjai dengan menggunakan metode GAM serta memetakan Zona Potensial Penangkapan Ikan (ZPPI) cakalang yang layak terhadap perubahan iklim bagi operasi penangkapan *purse seine* di perairan Kabupaten Sinjai. Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari sampai dengan Mei 2020 di sekitar perairan Kabupaten Sinjai. Metode penelitian menggunakan dua metode dengan mengumpulkan data primer berupa hasil tangkapan ikan cakalang, titik koordinat dan pengukuran parameter SPL, salinitas dan kecepatan arus dengan cara mengikuti operasi penangkapan *purse seine* di Kabupaten Sinjai serta data sekunder berupa data citra satelit SPL, klorofil-a, salinitas, kecepatan arus dan SWH yang diperoleh dari beberapa situs. Analisis data dilakukan dengan uji statistik dengan metode GAM dan analisis kelayakan ZPPI. Hasil penelitian menunjukkan semua parameter yang digunakan berpengaruh signifikan terhadap hasil tangkapan ikan cakalang dengan nilai signifikan $<0,25$, sehingga dilakukan penggabungan parameter oseanografi akan terbentuk satu peta baru dengan spesifik informasi mengenai daerah penangkapan ikan cakalang yang layak bagi operasi penangkapan *purse seine* di perairan Kabupaten Sinjai. Pengoperasian penangkapan ikan di perairan Kabupaten Sinjai selama periode penelitian dapat dinyatakan layak karena mengacu pada tinggi gelombang signifikan yang aman bagi operasi penangkapan ikan berdasarkan ukuran kapal perikanan.

Kata kunci: Teluk Bone, Kabupaten Sinjai, ZPPI, cakalang, *purse seine*

ABSTRACT

A. Riani Sahni Putri. L23116513. "Feasibility Distribution of Skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) potential fishing zones for purse Seine fishing units around Sinjai Regency Waters". Supervised by as the principal advisor of St. Aisjah Farhum and Mukti Zainuddin as a member advisors

Bone Bay is an area that can be used as a fishing area for pelagic and demersal fish, especially in the area around the waters of Sinjai Regency. This study aimed to predict the skipjack tuna potential fishing zone based on the capture fisheries information system in Sinjai Regency waters using the GAM method and map the skipjack tuna potential fishing zone, which is feasible for climate change for purse seine fishing operations in Sinjai Regency waters. The research was carried out from February to May 2020 around the waters of the Sinjai Regency. The research method used two methods by collecting primary data in the form of tuna catches, coordinate points and measurement of Sea Surface Temperature (SST) parameters, salinity, and current velocity by following the purse seine fishing operation in Sinjai Regency and secondary data in the form of SST satellite image data, chlorophyll-a, salinity, current velocity, and Significant Wave Height (SWH) obtained from several sites. Data analysis was carried out by statistical tests with the GAM method and the potential fishing zone analysis feasibility. The results showed that all the parameters used significantly affected skipjack tuna caught with a significant value <0.25 . The combined oceanographic parameters would form a new map with specific information about the proper skipjack tuna fishing area for purse seine fishing operations in Sinjai Regency waters. The fishing operation in the waters of the Sinjai Regency during the study period can be declared feasible because it refers to the safe significant wave height for fishing operations based on the fishing boat's size.

Keywords: Bone Bay, Sinjai Regency, potential fishing zones, skipjack tuna, purse seine

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas kelimpahan rahmat dan Hidayah-NYA yang telah memberikan kemudahan serta kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Distribusi Kelayakan Zona Potensial Penangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Bagi Unit Penangkapan Purse Seine di Sekitar Perairan Kabupaten Sinjai**” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana perikanan pada Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

Pada proses penyusunan skripsi, penulis menyadari banyak kesulitan dan kendala yang penulis hadapi, akan tetapi semua itu dapat penulis atasi karena adanya dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ayahanda Tercinta **Andi Muh. Ishak** dan Ibunda tercinta **P Rusni** yang senantiasa mendoakan saya di setiap langkah, kasih sayang yang tak terhingga, dan semua pengorbanan yang begitu besar untuk penulis.
2. Ibu **Dr. Ir. St. Aisjah Farhum, M.Si** selaku pembimbing I sekaligus Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin dan Bapak **Mukti Zainuddin, S.Pi., M.Sc., Ph.D** selaku pembimbing II sekaligus Ketua Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan yang senantiasa meluangkan waktu membimbing, memberikan ilmu, dan membantu penulis di tengah kesibukannya.
3. Bapak **Prof. Dr. Ir. Musbir, M.Sc** dan Bapak **Safruddin, S.Pi., MP., Ph.D** selaku penguji yang memberikan pengetahuan dan masukan berupa saran dan kritik yang sangat membangun kepada penulis.
4. Bapak **Dr. Fahrul, S.Pi., M.Si** selaku penasehat akademik penulis selama menempuh Pendidikan ini
5. Bapak **Dr. Ir. Gunarto Latama, M.Sc** selaku Ketua Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.
6. Bapak **Mardi** selaku punggawa kapal dan Bapak **Ambo Tang** selaku nahkoda kapal yang sangat berjasa dalam proses pengambilan data di lapangan.
7. Saudariku tersayang **A. Rani Sahni Putri** dan **A. Rini Sahni Putri** serta kakak ipar saya **Hariadi Jufri** yang senantiasa memberikan bantuan dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan studi.
8. Rekan penelitian **Nur Ineza Shafira Natsir** yang menjadi teman dalam mengarungi lautan dan menikmati susah senang selama penelitian ini.
9. Keluarga Besar **A. Yumna Yusria** yang bersedia menampung penulis selama melakukan penelitian.

10. Sahabat-sahabatku dari kecil hingga sekarang **Miftahul Isnaeini, Novitasari, Rizqah Anugrah, Latifah Baharuddin, Syty Satriana Mulya, Fadhillah Ainayah,** dan **Nurul Masyuni** yang senantiasa memberikan support untuk penulis.
11. Saudari seperjuanganku **Besse Nurul Fadhillah, Dhianya Aisyah Ayu, Jusrawati, Ika Khuswati,** dan **Syahrina M.** serta **anggota TDP** yang senantiasa menemani, menjadi penyemangat, dan membantu penulis dari awal perkuliahan hingga pada proses penyusunan skripsi ini.
12. Saudara dan saudari seperjuanganku **Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Angkatan 2016,** keluargaku **Clarias batrachus 16,** serta keluarga di **KMP PSP KEMAPI FIKP UNHAS** untuk semua kebersamaan yang tak akan terlupakan.
13. Teman Seperjuanganku **CREW16** dan keluargaku di perantauan **KMP UNHAS** yang tanpa pamrih dalam berbagi pengetahuan, memberikan rasa kekeluargaan, serta selalu memberi kebahagiaan.
14. Pegawai dan staff di Departemen Perikanan serta Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan yang bekerja keras dalam menyelesaikan segala bentuk persuratan serta berkas-berkas yang penulis butuhkan selama pengurusan seminar dan ujian
15. Serta teman-teman dan semua pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis telah berusaha menyajikan laporan ini dengan sebaik-baiknya, namun perlu diketahui bahwa laporan ini masih membutuhkan kritik dan saran yang membangun agar kedepannya menjadi lebih baik. Penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca dan diri pribadi penulis. Semoga segala bantuan, amal, dan kebaikan yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan pahala yang sebesar-besarnya di sisi-NYA. Amin Yaa Rabbal Alamin.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas kelimpahan rahmat dan Hidayah-Nya yang telah memberikan kemudahan serta kesehatan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Distribusi Kelayakan Zona Potensial Penangkapan Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) Bagi Unit Penangkapan *Purse Seine* di Sekitar Perairan Kabupaten Sinjai**” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana Perikanan program S1 pada Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Jurusan Perikanan Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan.

Pada proses penyusunan skripsi, penulis menyadari banyak kesulitan dan kendala yang penulis hadapi, akan tetapi semua itu dapat penulis atasi karena adanya dukungan dari berbagai pihak. Penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih sebesar-besarnya kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam pembuatan skripsi ini. Tentunya kesulitan dan kendalah yang penulis hadapi tidak terlepas dari dukungan dan doa dari kedua Orang Tua.

Penulis menyadari bahwa keterbatasan pengetahuan dalam membuat skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Maka dengan ini penulis mengharapkan adanya kritikan maupun saran yang membangun untuk penulis. Penulis sangat berharap semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi kita semua. Aamiin.

Makassar, 26 November 2020

A. Riani Sahni Putri

BIODATA PENULIS



A. Riani Sahni Putri dilahirkan di Pare-pare pada tanggal 03 November 1997 dan merupakan anak ketiga dari empat bersaudara. Penulis merupakan anak dari pasangan Bapak Andi Muh. Ishak dan Ibu P Rusni. Pada tahun 2002 penulis memasuki Taman Kanak-kanak PGRI 2 Kariango dan lulus pada tahun 2004, pada tahun 2010 penulis menyelesaikan Pendidikan di SD Negeri 102 Kec. Suppa. Selanjutnya pada tahun 2013 menyelesaikan Pendidikan di SMP Negeri 1 Suppa, dan pada tahun 2016 menyelesaikan Pendidikan di SMA Negeri 4 Pinrang. Pada pertengahan tahun 2016 penulis berhasil diterima di Universitas Hasanuddin melalui Jalur Non Subsidi (JNS). Penulis terdaftar sebagai mahasiswa pada Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Selama menempuh Pendidikan S1, penulis terdaftar sebagai anggota KMP PSP FIKP UNHAS, KEMAPI FIKP UNHAS, UKM PANAHAN UNHAS, dan UKM SENI TARI UNHAS serta aktif dalam berbagai kepanitiaan. Penulis juga merupakan penerima beasiswa Peningkatan Prestasi Akademik (PPA) Universitas Hasanuddin pada tahun 2018 – 2019. Pada tahun 2019 penulis menjadi asisten praktik lapang terpadu Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan.

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan	3
C. Alur Pikir Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	5
A. Ikan Cakalang (<i>Katsuwonus pelamis</i>).....	5
B. Daerah Penangkapan dan Penyebaran Ikan Cakalang	6
C. Parameter Oseanografi	7
D. Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Pemanfaatannya dalam Penangkapan	10
III. METODE PENELITIAN	12
A. Waktu dan Tempat	12
B. Alat dan Bahan.....	12
C. Metode Pengambilan Data	13
D. Metode Analisis Data.....	13
IV. HASIL	16
A. Keadaan Umum Lokasi Penelitian.....	16
B. Deskripsi Alat Penangkapan Ikan.....	17
C. Metode Pengoperasian Alat Tangkap <i>Purse Seine</i>	27
D. Hubungan antara Hasil Tangkapan Ikan Cakalang dengan Parameter Oseanografi.....	33
E. Grafik Hubungan Hasil Tangkapan Ikan Cakalang dengan Parameter Oseanografi.....	37
F. Analisis Hubungan Hasil Tangkapan Ikan Cakalang dengan Parameter Oseanografi.....	40
G. Prediksi Zona Potensial Penangkapan Ikan Cakalang di Perairan Teluk Bone.....	42
H. Kelayakan Zona Potensial Penangkapan Ikan Cakalang di Perairan Teluk Bone.....	44
V. PEMBAHASAN	45
A. Hubungan antara Hasil Tangkapan Ikan Cakalang dengan Parameter Oseanografi.....	45
B. Prediksi Zona Potensial Penangkapan Ikan Cakalang di Perairan Teluk Bone.....	47

C. Kelayakan Zona Potensial Penangkapan Ikan Cakalang di Perairan Teluk Bone.....	48
VI. KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
DAFTAR PUSTAKA.....	51
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR TABEL

Nomor		Halaman
1.	Alat dan bahan beserta kegunaan	13
2.	Produksi perikanan laut menurut jenis ikan di Kabupaten Sinjai (ton)	17
3.	Hasil uji model GAM	40

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1.	Alur piker penelitian 4
2.	Ikan cakalang yang tertangkap di perairan Teluk Bone..... 5
3.	Peta lokasi penelitian dengan <i>fishing base</i> di PPI Lappa Sinjai, Kecamatan Sinjai Utara, Kabupaten Sinjai, Provinsi Sulawesi Selatan..... 12
4.	<i>Fishing base</i> 16
5.	Kapal <i>purse seine</i> Hilda Indah 02 18
6.	Alat tangkap <i>purse seine</i> 18
7.	Jaring <i>purse seine</i> 19
8.	Tali ris atas dan tali pelampung <i>purse seine</i> 19
9.	Tali cincin <i>purse seine</i> 20
10.	Tali kolor <i>purse seine</i> 20
11.	Pelampung pada <i>purse seine</i> (a) pelampung tanda dan (b) pelampung utama 21
12.	Pemberat pada <i>purse seine</i> (a) pemberat cincin dan (b) pemberat batu..... 22
13.	Mesin pada <i>purse seine</i> (a) mesin penggerak utama, (b) mesin <i>roller</i> , dan (c) mesin pompa air 23
14.	Akumulator (aki)..... 23
15.	<i>Generator set</i> 24
16.	<i>Roller</i> 24
17.	Serok..... 25
18.	Bambu 25
19.	Lampu 26
20.	<i>Box Styrofoam</i> 26
21.	Box fiber 27
22.	<i>Fish finder</i> 27
23.	Persiapan (a) persiapan bahan bakar, dan (b) menaikkan peralatan dan pembekalan diatas kapal 28
24.	Perbaikan jaring yang rusak 28
25.	Pencarian gerombolan ikan 29
26.	Tanda-tanda adanya gerombolan ikan..... 29
27.	Penurunan pelampung tanda..... 30
28.	(a) juru renang menepuk-nepuk permukaan perairan dan (b) memukul-mukul permukaan air menggunakan bambu dari atas kapal 30
29.	Penarikan tali kolor (<i>pursing</i>) 31
30.	Proses <i>hauling</i> (a) pengangkatan pemberat, (b) penarikan jaring, dan (c)

penarikan pelampung	32
31. Penanganan ikan diatas kapal.....	32
32. Peta sebaran Klorofil-a Teluk Bone Februari – Mei 2020	33
33. Peta sebaran SST Teluk Bone Februari – Mei 2020	34
34. Peta sebaran kecepatan arus Teluk Bone Februari – Mei 2020.....	35
35. Peta sebaran salinitas Teluk Bone Februari – Mei 2020	36
36. Peta sebaran SWH Teluk Bone Februari – Mei 2020.....	37
37. Grafik hubungan hasil tangkapan dengan klorofil-a	37
38. Grafik hubungan hasil tangkapan dengan SST	38
39. Grafik hubungan hasil tangkapan dengan kecepatan arus.....	39
40. Grafik hubungan hasil tangkapan dengan salinitas	39
41. Grafik hubungan hasil tangkapan dengan SWH	40
42. Hasil uji GAM pada setiap variabel prediksi	41
43. Peta prediksi ZPPI cakalang pada bulan Februari 2020.....	42
44. Peta prediksi ZPPI cakalang pada bulan Maret 2020.....	43
45. Peta prediksi ZPPI cakalang pada bulan April 2020.....	43
46. Peta prediksi ZPPI cakalang pada bulan Mei 2020	44

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor		Halaman
1.	Data parameter oseanografi dan hasil tangkapan di perairan Kabupaten Sinjai.....	57
2.	Dokumentasi kegiatan penelitian.....	59

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kabupaten Sinjai berada pada posisi 5°19'30" sampai 5°36'47" Lintang Selatan dan 119°48'30" sampai 120°0'0" Bujur Timur. Kabupaten Sinjai mempunyai perairan yang strategis karena berada pada bibir Teluk Bone dan adanya kawasan pulau-pulau Sembilan yang dilalui arus dari Laut Flores menuju Teluk Bone, demikian pula sebaliknya. Kabupaten Sinjai merupakan kawasan yang potensial dijadikan sebagai area penangkapan ikan pelagis maupun demersal, ditambah lagi sarana Pusat Pendaratan Ikan di Lappa merupakan daya dukung dalam peningkatan produksi hasil perikanan laut di Kabupaten Sinjai. Terdapat 1.270 unit penangkapan ikan (70% adalah kapal motor dan 30% perahu motor) dengan dukungan 1.461 unit alat tangkap dengan total produksi 22.908,20 ton. Salah satu alat tangkap yang terdapat di Kabupaten Sinjai adalah pukat cincin yaitu sebanyak 78 unit alat tangkap dengan total produksi sebanyak 4.540,6 ton (Humas Sinjaikab., 2019).

Kapal perikanan merupakan kapal yang tidak memiliki alur pelayaran tetap dan desain dari kapal perikanan haruslah disesuaikan dengan cara pengoperasian alat tangkap. Kapal harus memiliki kapasitas pendukung yang besar. Contohnya kapal *purse seine* yang membawa alat tangkap *purse seine* yang digunakan untuk menangkap ikan bersifat *schooling* dan dioperasikan dengan cara melingkari gerombolan ikan maka kestabilan sangat penting (Azis *et al.*, 2017).

Kedalaman jaring pukat cincin (*purse seine*) harus ditentukan dengan memperhatikan perilaku dari ikan yang akan ditangkap dan kondisi perairan setempat. Minimum dalam dari jaring dimaksudkan untuk mengikuti kedalaman renang dari gerombolan ikan tersebut. Faktor tinggi jaring berpengaruh terhadap produktivitas hasil tangkapan ikan dengan dugaan bahwa target penangkapan *purse seine* adalah ikan-ikan pelagis yang *swimming* layernya berada pada kedalaman yang sebagian alat tangkap tidak dapat dijangkau dengan panjang jaring kebawah (Rumpa, 2018).

Hasil dari beberapa penelitian menjelaskan bahwa semakin besar dimensi kapal maka kemampuan kapal tersebut untuk membawa pukat dan alat bantu penangkapan ikan lainnya semakin besar, dengan demikian jarak jangkauan *fishing ground* akan semakin luas, selain itu ukuran kapal berpengaruh juga terhadap pergerakan kapal tersebut di laut seperti gerakan memutar. Pernyataan yang sama dijelaskan pula oleh penelitian Imanda *et al.* (2016) yaitu faktor ukuran kapal berpengaruh terhadap hasil tangkapan. Hal ini karena kapal yang berukuran besar umumnya dilengkapi dengan mesin penggerak yang bertenaga besar, jaring yang berukuran besar, dan menampung hasil tangkapan yang lebih banyak. Maka pada saat pengoperasian alat tangkap akan lebih memudahkan proses

penangkapan sehingga secara tidak langsung mampu meningkatkan hasil tangkapan. Ukuran kapal (GT) memberikan pengaruh nyata terhadap produksi *purse seine* (Rumpa, 2018).

Salah satu hasil tangkapan utama alat tangkap *purse seine* adalah ikan cakalang. Ikan cakalang merupakan ikan pelagis yang membentuk kelompok (*schooling*). Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*) adalah perikanan penting komoditas di Area Pengelolaan Perikanan Indonesia – 713 perairan (Laut Flores, Laut Bali, Teluk Bone, dan Selat Makassar). Di daerah penangkapan ini, cakalang dimanfaatkan oleh nelayan sepanjang tahun dengan menggunakan berbagai jenis alat tangkap, salah satunya yaitu *purse seine* (Mallawa *et al.*, 2016).

Daerah penangkapan ikan adalah suatu perairan dimana ikan yang menjadi sasaran penangkapan diharapkan dapat tertangkap secara maksimal, tetapi masih dalam batas kelestarian sumberdayanya. Daerah penangkapan yang baik adalah perairan yang mempunyai lingkungan, kandungan makanan serta tempat pemijahan yang cocok untuk kehidupan ikan yang menjadi sasaran penangkapan. Faktor oseanografi sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan habitat ikan seperti suhu dan klorofil-a perairan. Untuk itu pengetahuan tentang kondisi dan perubahan oseanografi sangat diperlukan untuk mengetahui daerah penangkapan ikan yang tepat (Agus, 2017).

Masalah yang umum dihadapi nelayan adalah keberadaan daerah penangkapan ikan yang bersifat dinamis. Secara alamiah ikan akan memilih habitat yang sesuai, dan ikan habitat tersebut sangat dipengaruhi oleh kondisi oseanografi perairan. Dengan demikian daerah potensial penangkapan sangat dipengaruhi oleh faktor oseanografi perairan. Selain itu, masalah yang lainnya adalah cara menentukan daerah penangkapan ikan yang masih berdasarkan pengalaman, warna perairan, dan cara tradisional lainnya. Hal ini tentunya menyebabkan efektivitas dan efisiensi operasi penangkapan ikan berkurang dengan banyaknya waktu, biaya, dan tenaga yang terbuang (Shabrina *et al.*, 2017).

Sekarang ini penginderaan jauh mempunyai potensi untuk aplikasi bagi perikanan tangkap. Beberapa parameter yang diperlukan untuk analisis daerah potensial penangkapan ikan dapat diperoleh dari penginderaan jauh, diantaranya suhu permukaan laut dan konsentrasi klorofil permukaan. Dari informasi sebaran suhu permukaan laut dapat diidentifikasi daerah *upwelling* dan *front thermal* yang merupakan daerah potensi perikanan. Analisis pola sebaran dan nilai suhu dan konsentrasi klorofil permukaan menghasilkan informasi zona potensi penangkapan ikan yang selanjutnya dapat diaplikasikan sebagai acuan bagi nelayan dalam operasi penangkapan ikan (Putri, 2019).

Informasi tentang kondisi oseanografi di Teluk Bone telah banyak dilakukan penelitian khususnya suhu permukaan laut, klorofil-a, salinitas, dan kecepatan arus. Namun untuk penelitian yang berhubungan dengan daerah penangkapan ikan dan kelayakan

pengoperasian kapal *purse seine* di perairan Teluk Bone masih sangat kurang, terkhususnya ikan cakalang. Maka dari itu perlu dilakukan penelitian mengenai distribusi kelayakan zona potensial penangkapan ikan cakalang di perairan Teluk Bone.

B. Tujuan dan Kegunaan

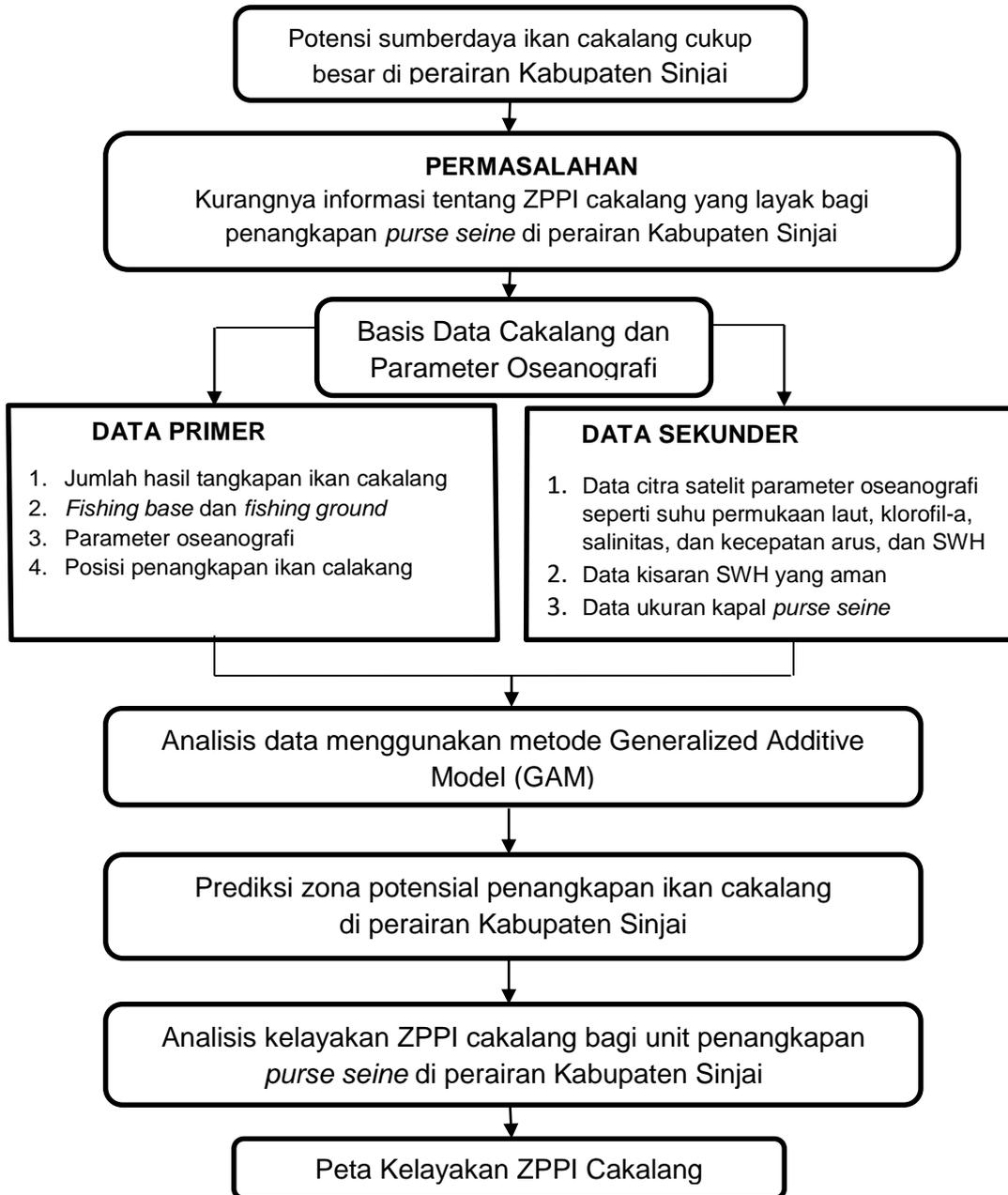
Tujuan yang ingin didapatkan dari penelitian ini, yaitu:

1. Memprediksi Zona Potensial Penangkapan Ikan (ZPPI) cakalang berbasis sistem informasi perikanan tangkap di perairan Kabupaten Sinjai dengan menggunakan metode GAM.
2. Memetakan Zona Potensial Penangkapan Ikan (ZPPI) cakalang yang layak terhadap perubahan iklim bagi operasi penangkapan *purse seine* di perairan Kabupaten Sinjai.

Kegunaan dari penelitian ini yaitu sebagai informasi atau referensi kepada pemerintah, pengusaha, maupun nelayan yang mengoperasikan *purse seine* tentang informasi zona potensial penangkapan ikan cakalang dan meningkatkan keselamatan unit penangkapan *purse seine* dalam melakukan operasi penangkapan ikan.

C. Alur Pikir Penelitian

Alur pikir dalam penelitian ini digambarkan bahwa perlunya informasi tentang zona potensial penangkapan ikan cakalang di perairan Kabupaten Sinjai dan pentingnya meningkatkan tingkat keselamatan unit penangkapan kapal *purse seine* dalam melakukan operasi penangkapan. Gambaran alur pikir penelitian ini adalah:



Gambar 1. Alur Pikir Penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Ikan Cakalang (*Katsuwonus pelamis*)

Klasifikasi ikan cakalang menurut Matsumoto, Skillman dan Dizon (1985) adalah sebagai berikut:

Phylum: Chordata

Subphylum: Vertebrata

Superclass: Gnathostomata

Class: Teleostomi

Subclass: Actinopterygii

Order Perciformes

Suborder Scombroidei

Family Scombridae

Sub-family Scombrinae

Tribe Thunnini

Genus *Katsuwonus*

Species *Katsuwonus pelamis*



Gambar 2. Ikan cakalang yang tertangkap di perairan Teluk Bone

Ikan cakalang termasuk jenis ikan tuna dalam famili *Scombridae*, species *Katsuwonus pelamis*. Collete dan Nauen (1983) menjelaskan ciri-ciri morfologi cakalang yaitu tubuh berbentuk *fusiform*, memanjang dan agak bulat, tapis insang (*gill rakes*) berjumlah 53-63 pada helai pertama. Mempunyai dua sirip punggung yang terpisah. Pada sirip punggung yang pertama terdapat 14-16 jari-jari keras, jari-jari lemah pada sirip punggung kedua diikuti oleh 7-9 *finlet*. Sirip dada pendek, terdapat dua *flops* diantara sirip perut. Sirip anal diikuti dengan 7-8 *finlet*. Badan tidak bersisik kecuali pada barut badan (*corselets*) dan *lateral line* terdapat titik-titik kecil. Bagian punggung berwarna biru

kehitaman (gelap) disisi bawah dan 6 perut keperakan, dengan 4-6 buah garis-garis berwarna hitam yang memanjang pada bagian samping badan.

Cakalang termasuk ikan perenang cepat dan mempunyai sifat makan yang rakus. Ikan jenis ini sering bergerombol yang hampir bersamaan melakukan ruaya di sekitar pulau maupun jarak jauh dan senang melawan arus. Ikan ini biasa bergerombol di perairan pelagis hingga kedalaman 200 m dan mencari makan berdasarkan penglihatan sehingga rakus terhadap mangsanya (Tuli, 2018).

B. Daerah Penangkapan dan Penyebaran Ikan Cakalang

Daerah penangkapan ikan adalah suatu daerah dimana daerah tersebut sesuai dengan habitat yang dikehendaki oleh ikan, dimana kondisinya dipengaruhi oleh faktor oseanografi seperti suhu, salinitas, arus permukaan, oksigen terlarut yang berpengaruh terhadap periode migrasi musiman serta terdapatnya ikan di suatu lokasi perairan. Serta alat tangkap mudah dioperasikan pada daerah tersebut dan daerah tersebut harus ekonomis dan menguntungkan (Girsang, 2008).

Ikan cakalang bersifat epipelagis dan oseanik, perunya jarak jauh. Cakalang sangat menyenangi daerah dimana terjadi pertemuan arus atau arus konvergensi yang banyak terjadi pada daerah yang banyak pulau. Selain itu, cakalang juga menyenangi daerah dimana terjadi pertemuan arus panas dan arus dingin serta daerah *upwelling*. Penyebaran cakalang secara vertikal terdapat mulai dari permukaan sampai kedalaman 260 m pada siang hari, sedangkan pada malam hari akan menuju permukaan (migrasi diurnal). Penyebaran geografis cakalang terdapat terutama pada perairan tropis dan perairan panas di daerah lintang sedang (Angraeni *et al.*, 2014).

Distribusi ikan cakalang sangat ditentukan oleh berbagai faktor, baik faktor internal dari ikan itu sendiri maupun faktor eksternal dari lingkungan. Faktor internal meliputi jenis (genetis), umur dan ukuran, serta tingkah laku (behavior). Perbedaan genetis ini menyebabkan perbedaan dalam morfologi, respon fisiologis dan daya adaptasi terhadap lingkungan. Faktor eksternal merupakan faktor lingkungan, diantaranya adalah parameter oseonografi seperti suhu, salinitas, kedalaman, arus, dan kandungan klorofil-a sebagai produktifitas primer (Supadiningsih & Rosana, 2004).

Menurut Laevastu dan Hela (1970), distribusi ikan cakalang di perairan sangat ditentukan oleh berbagai faktor, baik faktor internal dari ikan itu sendiri maupun faktor eksternal dari lingkungan. Umumnya ikan cakalang dapat tertangkap di kedalaman 0 – 400 m. Salinitas perairan yang disukai berkisar 32 - 35‰ atau di perairan oseanik. Suhu perairan berkisar 17 - 31°C. Sedangkan menurut Gunarso (1985), suhu yang ideal untuk melakukan pemijahan 28°C - 29°C dengan salinitas 33‰.

C. Parameter Oseanografi

Pola kehidupan ikan tidak dapat dipisahkan dengan berbagai kondisi lingkungan. Ketidakpastian keadaan lingkungan mempunyai pengaruh yang besar terhadap periode migrasi musiman, serta keberadaan ikan di suatu tempat.

Menurut Adnan (2010), parameter oseanografi merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap variabilitas hasil tangkapan ikan, seperti klorofi-a dan suhu permukaan laut, karena suhu sangat berpengaruh terhadap metabolisme ikan secara biologis. Dilihat dari pengaruh fisiknya, suhu permukaan dapat menyebabkan *upwelling*, yang membawa nutrisi ke permukaan dan menjadikan tempat *feeding ground* bagi ikan, sementara klorofil-a merupakan indikator adanya produktivitas primer bagi ikan, khususnya ikan pelagis.

Adapun beberapa parameter oseanografi yang digunakan untuk menentukan daerah potensial penangkapan ikan cakalang di sekitar perairan Kabupaten Sinjai yaitu :

1. Suhu Permukaan Laut

Salah satu parameter yang mencirikan massa air di lautan adalah suhu. Suhu air laut adalah salah satu faktor yang amat penting bagi kehidupan organisme lautan, karena suhu mempengaruhi baik aktivitas metabolisme maupun perkembangan dari organisme tersebut (Hutabarat & Evans, 1986).

Pendugaan daerah *upwelling* dilakukan dengan mengidentifikasi variabilitas suhu permukaan laut dan juga konsentrasi klorofil-a yang dilakukan berdasarkan data penginderaan jauh, karena memiliki cakupan yang luas dan dapat dilakukan secara berkala per bulan. Salah satu kelemahan dalam citra penginderaan jauh yaitu, adanya tutupan awan meskipun panjang gelombang yang digunakan sensitif terhadap perubahan dan perbedaan suhu permukaan laut dan klorofil-a.

Pengaruh suhu secara langsung terhadap kehidupan di laut adalah dalam laju fotosintesis tumbuh-tumbuhan dan proses fisiologi hewan, khususnya derajat metabolisme dan siklus reproduksi. Suhu dari suatu perairan secara tidak langsung juga berhubungan dengan produktivitas biologis serta kelimpahan makanan Ikan Cakalang sehingga berpengaruh terhadap distribusi ikan tersebut. Suhu permukaan laut (SPL) dan klorofil-a merupakan faktor penting dalam menentukan daerah penangkapan ikan cakalang di Teluk Bone (Zainuddin *et al.*, 2013).

Hasil penelitian Zainuddin (2011), diketahui bahwa suhu permukaan laut optimum untuk ikan cakalang di Teluk Bone berada pada kisaran 29,0 – 31,5°C. Hasil penelitian Jufri *et al.*, (2014) bahwa kisaran suhu permukaan laut optimum pada Musim barat di Teluk Bone adalah 29,9 – 31,0°C. Anggraeni *et al.*, (2014) menyatakan suhu permukaan laut untuk

penangkapan ikan berada pada kisaran 29,5 - 31,9°C. Tangkapan cakalang tertinggi (3,204 ekor/hauling) berada pada kisaran SPL 31 - 31,4°C.

2. Klorofil-a

Klorofil-a merupakan salah satu parameter yang sangat menentukan produktivitas primer dilaut. Sebaran dan tinggi rendahnya konsentrasi klorofil-a sangat terkait dengan kondisi oseanografis suatu perairan. Kandungan klorofil-a dapat digunakan sebagai ukuran banyaknya fitoplankton pada suatu perairan tertentu dan dapat digunakan sebagai petunjuk produktivitas perairan. Sebaran klorofil-a di laut bervariasi secara geografis maupun berdasarkan kedalaman perairan. Variasi tersebut diakibatkan oleh perbedaan intensitas cahaya matahari, dan konsentrasi nutrisi yang terdapat di dalam suatu perairan. Di laut, sebaran klorofil-a lebih tinggi konsentrasinya pada perairan pantai dan pesisir, serta rendah di perairan lepas pantai (Jufri *et al.*, 2014).

Daerah dengan nilai klorofil-a tinggi mempunyai hubungan erat dengan adanya proses penaikan massa air/*upwelling*. Fenomena *upwelling* sangat membantu dalam menyediakan nutrisi dengan konsentrasi tinggi. Daerah *upwelling* kaya akan zat hara, maka daerah tersebut merupakan daerah yang subur dimana konsentrasi klorofil-a atau planktonnya tinggi, sehingga merupakan daerah perikanan yang baik. Dengan memperhatikan produktivitas primer dari suatu perairan, kita dapat menentukan lokasi yang potensial untuk di jadikan lokasi penangkapan. Karena daerah tersebut akan menjadi tempat sangat disukai oleh berbagai spesies laut, karena terjadi proses rantai makanan (Agus, 2017).

Berdasarkan hasil penelitian Zainuddin (2011), diketahui konsentrasi klorofil-a optimum untuk ikan cakalang di Teluk Bone berada pada kisaran 0,15 – 0,40 mg/m³. Hasil penelitian Jufri *et al.*, (2014) bahwa kisaran konsentrasi klorofil-a optimum pada Musim barat di Teluk Bone adalah 0,12 – 0,22 mg/m³. Kemudian Zainuddin *et al.*, (2015) karakteristik daerah potensial penangkapan ikan cakalang di Teluk Bone yaitu pada konsentrasi klorofil-a antara 0,125 dan 0,213 mg/m³.

3. Salinitas

Salinitas sangat berpengaruh terhadap proses osmoregulasi biota laut terutama ikan. Ikan cenderung memilih medium dengan salinitas yang lebih sesuai dengan tekanan osmotik tubuh mereka masing-masing. Perubahan salinitas akan merangsang ikan untuk melakukan migrasi ke tempat yang memiliki salinitas yang sesuai dengan tekanan osmotik tubuhnya (Fausan, 2011).

Ikan Cakalang efektif ditemukan pada wilayah salinitas 30 – 35 ‰ (Azzahra *et al.*, (2017). Menurut Fausan (2011), berdasarkan grafik penelitiannya diketahui bahwa hasil tangkapan tertinggi yaitu pada kisaran salinitas 30ppt dengan jumlah hasil tangkapan 2339

ekor. Ikan cenderung untuk memilih medium dengan kadar salinitas yang lebih sesuai dengan tekanan osmotik tubuhnya.

4. Kecepatan Arus

Arus merupakan parameter yang sangat penting dalam lingkungan laut dan berpengaruh secara langsung maupun tidak langsung terhadap lingkungan laut dan biota yang hidup didalamnya, termasuk menentukan pola imigrasi ikan. Arus dilaut dipengaruhi oleh banyak faktor, salah satu diantaranya adalah angin muson. Selain itu, dipengaruhi juga oleh faktor suhu permukaan laut yang selalu berubah-ubah (Mujib, 2013).

Angin yang mendorong lapisan air permukaan mengakibatkan kekosongan dibagian atas, akibatnya air yang berasal dari bawah menggantikan kekosongan yang berada di atas. Oleh karena itu, air yang dari kedalaman lapisan belum berhubungan dengan atmosfer, maka kandugan oksigennya rendah dan suhunya lebih dingin dibandingkan dengan suhu air permukaan lainnya. Walaupun sedikit oksigen, arus ini mengandung larutan nutrisi seperti nitrat dan fosfat sehingga cenderung mengandung banyak fitoplankton. Fitoplankton merupakan bahan dasar rantai makanan di lautan, dengan demikian di daerah upwelling umumnya kaya ikan (Mujib *et al.*, 2013).

Menurut Hutabarat (2000), arus mempunyai peranan yang sangat besar terhadap distribusi organisme. Arus merupakan transportasi yang baik untuk makanan dan O₂ bagi organisme. Pantai mempunyai kecepatan arus cukup tinggi, maka penyebaran makanan dan O₂ merata sehingga organisme dapat tumbuh dengan baik di pantai.

5. SWH (*Significant Wave Height*/SWH)

Tinggi gelombang signifikan (*significant wave height*/SWH) adalah rata-rata tinggi gelombang (dari puncak ke lembah) dari sepertiga gelombang laut tertinggi. Dalam kerentanan pesisir, *significant wave height* menjadi suatu parameter yang berkaitan dengan bahaya penggenangan pesisir. Pemanfaatan data gelombang ini mengingat sangat kurangnya data gelombang dalam skala nasional di perairan Indonesia. Mengingat jarang sekali terdapat data pengamatan gelombang *in situ*, sehingga memerlukan data yang berasal dari satelit altimetri (Maulana & Hartanto, 2010).

Data gelombang berasal dari ECMWF (*European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*) ini dapat diunduh dari <http://ecmwf.int/>. Metode pemrosesan data yang digunakan adalah reanalisis, model dan asimilasi (*numerical weather prediction*) data satelit serta data *in situ*. Organisasi ini menyediakan peramalan jangka menengah-panjang untuk data-data atmosfer/cuaca serta super-fasilitas komputasi untuk penelitian ilmiah dan bekerjasama secara keilmuan maupun teknis dengan agen satelit dan komisi Eropa. ECMWF juga merupakan hasil pengembangan meteorologi secara dinamis dan sinoptik lebih dari 100 tahun dan lebih dari 50 tahun pengembangan prediksi cuaca secara numerik

(Maulana & Hartanto, 2010).

Gelombang laut merupakan parameter yang sangat penting terutama karena mempengaruhi keamanan dan keselamatan berbagai kegiatan diatas laut, mulai dari kegiatan pelayaran, perikanan, eksplorasi (minyak dan gas bumi, jalur komunikasi dasar laut), kegiatan SAR hingga kegiatan wisata (Khotimah, 2012).

D. Sistem Informasi Geografis (SIG) dan Pemanfaatannya dalam Penangkapan

Menurut Sugandi *et al.*, (2009) Sistem Informasi Geografis (GIS) adalah suatu sistem informasi yang dapat memadukan antara data grafis (spasial) dengan data teks (atribut) objek yang dihubungkan secara geografis di bumi (*geofence*). SIG juga dapat menggabungkan data, mengatur data, dan melakukan analisis data yang akhirnya akan menghasilkan keluaran yang dapat dijadikan acuan dalam pengambilan keputusan pada masalah yang berhubungan dengan geografis.

Purbowaseso (1995) mengatakan bahwa penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi mengenai objek dan lingkungannya dari jarak jauh tanpa sentuhan fisik. Biasanya teknik ini menghasilkan beberapa bentuk citra yang selanjutnya diproses dan diinterpretasikan guna menghasilkan data yang bermanfaat untuk aplikasi di bidang pertanian, perikanan, kelautan, arkeologi dan bidang-bidang lainnya.

Penginderaan jauh (*remote sensing*) pada dasarnya meliputi tiga bagian utama, yaitu perolehan data, olah data dan interpretasi data. Wahana yang digunakan adalah pesawat udara atau satelit buatan yang telah dilengkapi dengan peralatan perekam data (sensor). Komponen dasar dari sistem penginderaan jauh antara lain: (1) gelombang elektromagnetik sebagai sumber radiasi (sumber energi) yang digunakan; (2) atmosfer sebagai media lintasan dari gelombang elektromagnetik; (3) sensor sebagai alat yang mendeteksi gelombang elektromagnetik; dan (4) obyek di permukaan bumi yang ingin direkam (Angraeni *et al.*, 2014).

Teknologi Penginderaan Jauh (Inderaja) di Indonesia telah berkembang dengan pesat. Dewasa ini dan telah banyak lembaga yang mengaplikasikan data penginderaan jauh untuk meningkatkan ekonomi nelayan. Penentuan daerah penangkapan ikan menggunakan metode analisis inderaja dilakukan dengan memanfaatkan citra satelit yang dihasilkan terhadap beberapa parameter fisika, kimia dan biologi perairan. Hal yang dilakukan diantaranya adalah pengamatan Suhu Permukaan Laut (SPL), fenomena *upwelling* ataupun perkiraan kandungan klorofil-a di suatu perairan (Angraeni *et al.*, 2014).

Masalah yang umum dihadapi adalah keberadaan daerah penangkapan ikan yang bersifat dinamis, selalu berubah / berpindah mengikuti pergerakan ikan. Secara alami, ikan akan memilih habitat yang sesuai, sedangkan habitat tersebut sangat dipengaruhi kondisi oseanografi perairan. Dengan demikian daerah potensial penangkapan ikan sangat di

pengaruhi oleh faktor oseanografi perairan. Kegiatan penangkapan ikan akan lebih efektif dan efisien apabila daerah penangkapan ikan dapat diduga terlebih dahulu sebelum armada penangkapan ikan berangkat dari pangkalan. Salah satu cara untuk mengetahui daerah potensial penangkapan ikan adalah melalui studi daerah penangkapan ikan dan hubungannya dengan fenomena oseanografi secara berkelanjutan (Fausan, 2011).

Menurut Zainuddin (2006), salah satu alternatif yang menawarkan solusi terbaik adalah pengkombinasian kemampuan SIG dan pengindraan jauh. Dengan teknologi indera faktor-faktor lingkungan laut yang mempengaruhi distribusi, migrasi dan kelimpahan ikan dapat diperoleh secara berkala, cepat dan dengan cakupan daerah yang luas. Pemanfaatan SIG dalam perikanan tangkap dapat mempermudah dalam operasi penangkapan ikan dan penghematan waktu dalam pencarian *fishing ground* yang sesuai (Fausan, 2011). Dengan menggunakan SIG gejala perubahan lingkungan berdasarkan ruang dan waktu dapat disajikan, tentunya dengan dukungan sebagai informasi data, baik survey langsung maupun dengan penginderaan jarak jauh (INDERAJA).