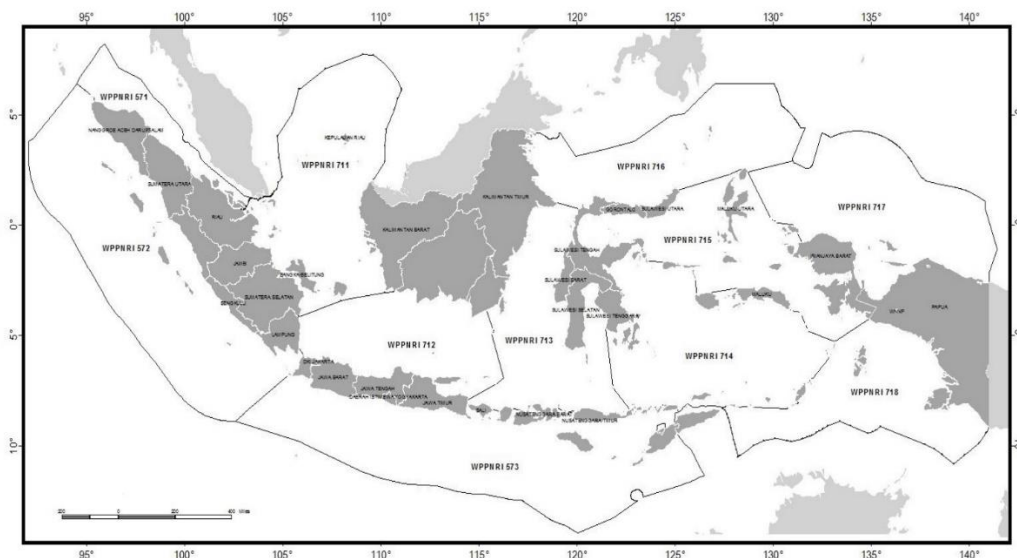


BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia adalah negara kepulauan yang terdiri dari 17.504 pulau (Pushidrosal, 2018). Luas daratan Indonesia adalah 1.919.440 km² dan luas perairan adalah 3.273.810 km². Kekayaan alam Indonesia meliputi perairan laut yang luas dan beragam jenis keanekaragaman hayati maritim. Potensi sumber daya kelautan dan perikanan di Indonesia sangat besar, termasuk kekayaan sumber daya laut hayati dan non-hayati. Produksi perikanan laut tangkap di Indonesia terus meningkat setiap tahunnya. Pada tahun 2020, produksi perikanan laut tangkap mencapai 7,7 juta ton dengan nilai Rp 158 triliun (Prasetio et al., 2017).

Berdasarkan ketentuan dari Kementerian Kelautan dan Perikanan RI melalui Nomor 18/PERMEN-KP/2014, terdapat 11 zona pengelolaan perikanan di Indonesia (Pratiwi et al., 2022). Selanjutnya, dalam regulasi pemerintah dengan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 27 Tahun 2021 mengenai aspek kelautan dan perikanan, dijelaskan tentang pembagian Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI) (Syah, 2021). Guna pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan di setiap WPPNRI, diperlukan dukungan kebijakan lain seperti estimasi potensi perikanan, kuota tangkapan, tingkat pemanfaatan, dan distribusi sumber daya perikanan (Napitupulu et al., 2022). Semua kebijakan ini dirancang oleh pemerintah melalui Kementerian Kelautan dan Perikanan RI untuk mewujudkan konsep Penangkapan Ikan Terukur (Pratiwi et al., 2022).



Gambar 1. 1 Peta Wilayah Pengelolaan Perikanan Negara Republik Indonesia (WPPNRI)

Sumber: PERMEN-KP (2014)

Laut Arafura merupakan perairan penting dalam industri perikanan laut tangkap di Indonesia. Terkenal dengan keanekaragaman hayati maritimnya, perairan ini menjadi salah satu sentra produksi ikan di Indonesia (Tebaiy et al., 2021). Diakui sebagai area perikanan vital, perairan Arafura memberikan dampak signifikan pada perkembangan industri perikanan di tingkat nasional dan sering disebut sebagai *the golden fishing ground* (Ririhena & Kour, 2022). Aktivitas penangkapan ikan di kawasan ini telah mengalami pertumbuhan yang signifikan, terutama di area yang berjarak lebih dari 12 mil dari pantai dan di ZEE Indonesia bagian selatan dari perairan tersebut (Sari et al., 2018).

Potensi lestari atau dikenal dengan *Maximum Sustainable Yield* (MSY) di laut ini mencapai 771.600 ton/tahun, meliputi ikan pelagis, ikan demersal, udang, cumi-cumi, lobster, dan ikan karang. Namun, penangkapan ikan dengan intensitas tinggi di Laut Arafura rawan akan *overfishing*. Selain itu, juga adanya ancaman dalam bentuk *Illegal-Unreported-Unregulated (IUU) fishing*. Selama bulan Maret hingga Juni 2022, *Indonesia Ocean Justice Initiative* (IOJI) mendeteksi dugaan kegiatan

illegal fishing oleh Kapal Ikan Asing (KIA) maupun Kapal Ikan Indonesia (KII) di Laut Arafura. IOJI mendeteksi dugaan kegiatan *illegal fishing* oleh kapal ikan asing dan kapal ikan Indonesia di Zona Ekonomi Eksklusif Papua New Guinea yang berbatasan langsung dengan WPP 718 (Laut Arafura) (Maya Shafira et al., 2023).

Wilayah Pengelolaan Perikanan (WPP) 718 yang terdiri dari perairan Laut Aru, Laut Arafura, dan Laut Timor Bagian Timur, merupakan wilayah yang sangat penting dalam konteks pengelolaan sumber daya perikanan Indonesia. Wilayah ini berbatasan langsung dengan Australia, Timor Leste, dan Papua Niugini, mempunyai potensi tinggi terjadinya pelanggaran, terutama dalam *Illegal, Unreported, and Unregulated (IUU) Fishing*. Praktik *IUU Fishing* ini tidak hanya mengancam keberlanjutan ekosistem laut tapi juga berdampak signifikan terhadap ekonomi nasional (Awak et al., 2023). Pemerintah Indonesia melalui Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2023 tentang Cipta Kerja, telah menetapkan WPP NRI 718 sebagai zona prioritas penangkapan ikan terukur berbasis kuota, yang memerlukan penanganan dan pengawasan yang lebih terpadu dan kuat. Namun, mengingat tingkat kerawanan wilayah tersebut terhadap *IUU Fishing*, yang terbukti dari data kejadian yang menunjukkan peningkatan drastis dalam praktik penangkapan ikan ilegal khususnya di Laut Arafura, dari tahun 2018 hingga 2021 (Grahadyarini, 2023).

Illegal fishing atau penangkapan ikan *illegal* dapat merusak tata kelola perikanan dan mengancam kelangsungan sumber daya ikan (Nazdan et al., 2008). Oleh karena itu, pengelolaan potensi perikanan dan sumber daya alam nasional di perairan Laut Arafura harus mengawasi, mencegah, dan menindak tegas aktivitas *illegal fishing*. Salah satu aspek krusial dari pengelolaan sumber daya perikanan ini adalah pemantauan aktivitas kapal penangkap ikan. Berdasarkan data dari Satelit Radarsat, terdapat sekitar 12.120 kapal yang beroperasi di Laut Arafura setiap tahunnya, dengan total bobot mencapai 14,45 juta *gross tonnage* (GT). Analisis lebih lanjut menunjukkan bahwa sekitar 8.484 unit kapal melakukan

aktivitas penangkapan ikan secara ilegal dalam setahun (DetikFinance, 2014).

Masalah lain yang dihadapi adalah *overfishing* atau penangkapan ikan berlebihan (Prisantoso, 2017). Tingkat penangkapan ikan yang melebihi kapasitas pemulihan populasi ikan dapat menyebabkan penurunan drastis populasi ikan dan bahkan kepunahan spesies tertentu (Anas et al., 2017). *Overfishing* dapat merusak ekosistem perairan Laut Arafura, mengganggu rantai makanan, dan mengurangi produktivitas perikanan secara keseluruhan (Hermanto et al., 2019). Moratorium (Penghentian Sementara) sebagai suatu kebijakan muncul sebagai respons terhadap kekhawatiran akan kerusakan yang ditimbulkan oleh aktivitas penangkapan ikan yang berlebihan terhadap sumber daya laut (Xu et al., 2022). Diterapkan dengan tujuan utama untuk memulihkan stok ikan yang terdampak, moratorium mencerminkan kesadaran akan pentingnya menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan. Laut Arafura menjadi fokus implementasi moratorium ini, sebagai langkah strategis untuk mengatasi dampak negatif praktik penangkapan ikan yang tidak terkendali.

Dengan menerapkan moratorium, pemerintah dan para pemangku kepentingan berusaha mencapai tujuan jangka panjang dalam memperbaharui keseimbangan ekosistem laut. Adanya pemulihan stok ikan diharapkan dapat memberikan dampak positif tidak hanya terhadap sektor perikanan, tetapi juga terhadap mata pencaharian masyarakat yang bergantung pada hasil laut (Susanto, 2021). Langkah-langkah keberlanjutan seperti ini juga mencerminkan tanggung jawab terhadap generasi mendatang, karena melibatkan pemeliharaan lingkungan laut agar dapat terus memberikan manfaat ekonomi dan ekologis.

Moratorium di Laut Arafura tidak hanya tentang pemulihan stok ikan, tetapi juga menandakan kepedulian terhadap ekosistem laut secara keseluruhan. Praktik penangkapan ikan yang tidak bertanggung jawab tidak hanya merugikan sumber daya perikanan, tetapi juga dapat merusak habitat laut dan mengancam keberagaman hayati (Joshua & Wisana,

2023). Oleh karena itu, moratorium diarahkan untuk melindungi lingkungan laut dari dampak negatif yang mungkin terjadi akibat penangkapan ikan yang berlebihan dan tidak berkelanjutan.

Sebagai suatu kebijakan proaktif, moratorium di Laut Arafura mencerminkan komitmen untuk mengembangkan solusi jangka panjang guna menyeimbangkan pemanfaatan sumber daya laut dan pemeliharaan lingkungan (Wijopriono et al., 2019). Melibatkan partisipasi aktif dari berbagai pihak, termasuk nelayan, ilmuwan, dan pemerintah, moratorium ini berupaya menciptakan dasar yang kuat untuk pengelolaan perikanan yang berkelanjutan di masa depan. Dengan demikian, moratorium bukan hanya sebuah langkah untuk mengatasi masalah saat ini, tetapi juga merupakan investasi dalam masa depan kelangsungan hidup sumber daya laut dan keberlanjutan ekosistem laut. Dengan manajemen yang efektif, diharapkan dapat mengatasi masalah-masalah tersebut dan mencapai pemanfaatan sumber daya perikanan yang berkelanjutan, perlindungan ekosistem laut, pemerataan manfaat ekonomi, serta kesejahteraan masyarakat pesisir yang berkelanjutan (Munawar et al., 2020).

Situasi ini menegaskan urgensi untuk mengembangkan metode dan teknologi yang lebih efisien dan efektif dalam memantau serta mengelola sumber daya perikanan, termasuk melalui penerapan teknologi penginderaan jauh dan model-model prediktif seperti Analisis Regresi Deret Fourier dan *Long Short-Term Memory Recurrent Neural Network* (LSTM-RNN). Dengan demikian, penelitian ini berusaha menyediakan solusi teknologi canggih untuk meningkatkan efektivitas pengawasan dan manajemen potensi perikanan di WPP RI-718. Tujuannya bukan hanya untuk mengatasi praktik *IUU Fishing* tetapi juga untuk memperkuat manajemen dan pengelolaan sumber daya alam nasional, yang secara langsung berkontribusi terhadap keberlanjutan ekonomi dan ekologis negara.

Analisis Regresi Deret Fourier dan *Long Short-Term Memory Recurrent Neural Network* (LSTM-RNN) adalah teknologi yang telah

terbukti efektif dalam berbagai aplikasi, termasuk prediksi dan analisis data (Jianmin et al., 2021). Penerapan Analisis Regresi Deret Fourier dan LSTM-RNN dalam perikanan laut tangkap dapat membantu dalam pengambilan keputusan yang lebih tepat dan berdasarkan data. Hal ini akan mendukung pengelolaan perikanan yang lebih berkelanjutan dan responsif terhadap perubahan lingkungan dan dinamika pasar.

Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia menerapkan analisis statistik dalam menghitung produksi perikanan laut tangkap melalui berbagai metode, termasuk pengambilan sampel jumlah tangkapan, analisis regresi linear berganda, analisis *time series*, analisis spasial, model stok ikan, dan survei lapangan (Jaya, 2022). Namun, kombinasi metode-metode tersebut rentan terhadap kelemahan seperti keterbatasan data, model yang terbatas, variasi alamiah, keterbatasan spasial, dan ketergantungan pada laporan nelayan. Dampak dari kelemahan-kelemahan tersebut adalah pengelolaan perikanan yang tidak efektif dengan risiko penurunan stok ikan, degradasi ekosistem laut, konflik antar pemangku kepentingan, serta dampak negatif pada mata pencaharian nelayan (Sumaila et al., 2017). Oleh karena itu, diperlukan upaya guna mengembangkan dan memperbaiki metode analisis, dengan mengatasi kendala-kendala yang kemungkinan muncul, guna mencapai pengelolaan perikanan yang berkelanjutan dan efektif dalam menjaga keseimbangan antara pemanfaatan sumber daya dan perlindungan lingkungan (Fulton, 2021).

Wilayah Perairan Laut Arafura memiliki karakteristik unik dan kompleks yang memerlukan pendekatan khusus dalam pengelolaannya. Analisis Regresi Deret Fourier dan LSTM-RNN menawarkan kelebihan yang signifikan dalam analisis dan prediksi data. Metode analisis regresi deret Fourier digunakan untuk memahami pola dan tren dalam data produksi perikanan laut tangkap selama periode waktu tertentu (Mardianto et al., 2021). Ini adalah langkah penting karena dapat membantu mengidentifikasi pola berulang dalam produksi perikanan yang mungkin

berkaitan dengan faktor-faktor seperti musim, suhu air, atau perubahan lingkungan lainnya. Pada lain hal, penggunaan LSTM-RNN membawa keunggulan tambahan dalam analisis data deret waktu (Devi & Kavitha, 2021). LSTM-RNN dapat mengambil keuntungan dari kemampuannya untuk mengingat informasi sebelumnya dalam urutan data, sehingga dapat mengatasi fluktuasi dan variabilitas yang biasa terjadi dalam produksi perikanan laut tangkap. Ini dapat membantu dalam membangun model yang lebih responsif terhadap perubahan dan peristiwa yang tidak terduga dalam ekosistem perairan Laut Arafura.

Hasil dari Penelitian ini dapat digunakan untuk meningkatkan pemahaman tentang dinamika produksi perikanan di wilayah tersebut, yang pada gilirannya dapat mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam pengelolaan perikanan laut tangkap di perairan Laut Arafura. Selain itu, Penelitian ini juga mengkaji pemetaan zona potensi penangkapan ikan berbasis penginderaan jauh. Zona Potensi Penangkapan Ikan (ZPPI) adalah model pemetaan yang digunakan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) untuk menentukan lokasi potensi penangkapan ikan di perairan laut Indonesia. Kekurangan dari model pemetaan ZPPI yang dilakukan oleh KKP saat ini adalah bahwa data yang digunakan hanya mencakup data satelit Terra/Aqua MODIS dan SNPP VIIRS, sehingga tidak mencakup data lain seperti data cuaca, salinitas air, Tinggi Gelombang Air Laut, dan sebagainya. Selain itu, informasi ZPPI yang dihasilkan hanya berlaku dua sampai dengan tiga hari ke depan, sehingga tidak dapat digunakan untuk jangka panjang (Pusat Teknologi dan Data Penginderaan Jauh, 2020).

Oleh karena itu, Penelitian ini akan mengembangkan model ZPPI yang lebih komprehensif dengan mempertimbangkan lebih banyak variabel yang memengaruhi potensi penangkapan ikan. Dengan memperluas cakupan data dan meningkatkan ketepatan waktu dalam pemetaan, diharapkan model baru akan menjadi alat yang lebih efektif dalam mendukung pengelolaan perikanan berkelanjutan di perairan Indonesia.

Dengan demikian, hal tersebut dapat mengatasi kelemahan yang ada dalam model pemetaan ZPPI saat ini dan berkontribusi pada peningkatan pemahaman dan pengelolaan sumber daya perikanan negara.

Hal ini akan memungkinkan pengelolaan sumber daya perikanan yang lebih berkelanjutan, sehingga dapat mencegah *overfishing* yang dapat mengancam ekosistem laut dan ketersediaan sumber pangan. Selain itu, penerapan teknologi ini juga dapat mendeteksi dan mencegah praktik *illegal fishing*, yang tidak hanya merugikan ekonomi negara tetapi juga dapat menjadi celah keamanan yang dapat dimanfaatkan oleh elemen-elemen yang tidak bertanggung jawab. Dalam sistem pertahanan negara, pengelolaan perikanan yang efektif dan efisien adalah bagian integral dari upaya untuk menjaga kedaulatan wilayah, stabilitas ekonomi, dan keamanan pangan, yang semuanya adalah komponen kunci dalam membangun dan mempertahankan kekuatan nasional.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disajikan pada subbab sebelumnya, Peneliti mengidentifikasi masalah yang nantinya akan dijadikan bahan dalam Penelitian tesis ini, masalah-masalah tersebut antara lain;

- a. Sebagai negara kepulauan, Indonesia kaya akan sumber daya alam, khususnya di sektor perikanan. Namun, pengelolaan yang efektif dan berkelanjutan dari sumber daya ini menjadi tantangan yang harus diatasi.
- b. Perairan Laut Arafura dikenal dengan potensi perikanan yang luas, saat ini menghadapi risiko *overfishing* dan meningkatnya kasus *IUU Fishing (Illegal, Unreported, and Unregulated Fishing)* menunjukkan kebutuhan mendesak akan sistem pertahanan negara yang efektif dalam pengembangan metode yang akurat untuk mengukur dan mengelola produksi perikanan laut tangkap.

- c. Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia menerapkan analisis statistik dalam menghitung produksi perikanan laut tangkap melalui berbagai metode, termasuk pengambilan sampel jumlah tangkapan, analisis regresi linear berganda, analisis *time series*, analisis spasial, model stok ikan, dan survei lapangan. Namun, kombinasi metode-metode tersebut rentan terhadap kelemahan seperti keterbatasan data, model yang terbatas, variasi alamiah, keterbatasan spasial, dan ketergantungan pada laporan nelayan.
- d. Kekurangan dari model pemetaan ZPPI saat ini adalah data yang digunakan tidak mencakup data cuaca, salinitas air, Tinggi Gelombang Air Laut, dan faktor oseanografi lainnya. Kebutuhan untuk mengembangkan model ZPPI yang lebih komprehensif dengan mempertimbangkan lebih banyak variabel yang memengaruhi potensi penangkapan ikan untuk mendukung pengelolaan perikanan berkelanjutan.

1.3 Pembatasan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang telah disampaikan, pembatasan masalah menjadi penting untuk memastikan validitas dalam proses pengambilan keputusan dan kesimpulan yang dihasilkan. Hal ini bertujuan untuk mencegah penyimpangan dari tujuan utama Penelitian dan memfokuskan pada isu yang akan diteliti. Pada Penelitian ini, terdapat beberapa pembatasan masalah yang perlu diperhatikan antara lain, sebagai berikut:

- a. Penelitian ini akan menggunakan data yang bersifat *open access* atau dapat diakses oleh public (*domain public*).
- b. Lokasi Penelitian difokuskan pada Perairan Basin Laut Arafura.
- c. Pada Penelitian ini, objek yang akan diolah adalah data produksi perikanan laut tangkap di Laut Arafura pada tahun 2014-2023 yang diperoleh dari PPN Tual serta variabel lain yang berpengaruh, sebagai

sarana pendukung dalam menangani permasalahan pengelolaan perikanan di Perairan Laut Arafura.

- d. Penelitian ini memfokuskan variabel independen pada Jumlah Kapal Bongkar, Rata-rata Suhu Permukaan Laut, Rata-rata Klorofil-a, Rata-rata Salinitas Air Laut, Rata-rata Kecepatan Angin, Rata-rata Tinggi Gelombang, Indeks El Nino & La Nina, Nilai Tukar Nelayan, Indeks Harga Yang Diterima Nelayan, dan Indeks Unit Value Ekspor Ikan.
- e. Penelitian ini akan membatasi fokus pada penggunaan Analisis Regresi Deret Fourier dan *Long Short-Term Memory Recurrent Neural Network* (LSTM-RNN) sebagai metode analisis data yang akan dibandingkan.
- f. Penelitian ini tidak menerapkan *machine learning* pada analisis regresi deret Fourier. Oleh karena itu, tidak dilakukan prediksi periode di masa depan karena model regresi deret Fourier umumnya digunakan pada data jangka pendek. Analisis regresi deret Fourier hanya dimanfaatkan untuk mengidentifikasi karakteristik dan variabilitas data. Kemudian, prediksi data hanya dilakukan menggunakan LSTM-RNN.
- g. Perbandingan antara Analisis Regresi Deret Fourier dan LSTM-RNN dilakukan dengan memfokuskan pada tingkat kontribusi variabel independen terhadap variabel dependen dalam setiap metode analisis data.

1.4 Rumusan Masalah

Dalam Penelitian ini, terdapat beberapa rumusan masalah yang menjadi fokus utama, antara lain:

- a. Bagaimana variabel-variabel yang memengaruhi produksi perikanan laut tangkap di Perairan Laut Arafura?
- b. Bagaimana efektivitas Analisis Regresi Deret Fourier dan *Long Short-Term Memory Recurrent Neural Network* (LSTM-RNN) dalam memodelkan dan memprediksi produksi perikanan laut tangkap di

Perairan Laut Arafura berdasarkan faktor-faktor yang memengaruhinya?

- c. Bagaimana pemetaan zona potensi penangkapan ikan berbasis penginderaan jauh dapat memberikan wawasan tentang lokasi dengan potensi tinggi untuk penangkapan ikan di Perairan Laut Arafura?

1.5 Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian dari rumusan masalah, maka Penelitian ini bertujuan untuk mencapai tiga tujuan utama, yaitu:

- a. Mengidentifikasi dan menganalisis variabel yang memengaruhi produksi perikanan laut tangkap di Perairan Laut Arafura.
- b. Mengkaji efektivitas Analisis Regresi Deret Fourier dan *Long Short-Term Memory Recurrent Neural Network* (LSTM-RNN) dalam memodelkan dan memprediksi produksi perikanan laut tangkap di Perairan Laut Arafura berdasarkan faktor-faktor yang memengaruhinya.
- c. Mengembangkan model pemetaan zona potensi penangkapan ikan berbasis penginderaan jauh untuk memberikan wawasan tentang lokasi dengan potensi tinggi untuk penangkapan ikan di Perairan Laut Arafura.

1.6 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan yang ingin dicapai dalam Penelitian ini, diharapkan Penelitian ini mampu memberikan dampak yang penting dalam beberapa bidang. Berikut adalah manfaat yang diharapkan dari Penelitian ini.

1.6.1 Manfaat Teoritis

- 1) Peningkatan pemahaman tentang efektivitas Analisis Regresi Deret Fourier dan *Long Short-Term Memory Recurrent Neural Network*

(LSTM-RNN) dalam memodelkan produksi perikanan laut tangkap berdasarkan faktor-faktor yang memengaruhinya.

- 2) Penelitian ini dapat memberikan kontribusi teoritis dalam pengembangan konsep dan teori dalam analisis faktor yang memengaruhi produksi perikanan laut tangkap di Perairan Laut Arafura.
- 3) Pengembangan teori dan konsep pemetaan zona potensi penangkapan ikan berbasis penginderaan jauh. Dengan menerapkan teknologi ini pada perairan Laut Arafura, Penelitian ini dapat memberikan wawasan tentang efektivitas dan relevansi penggunaan penginderaan jauh dalam pengelolaan perikanan dan sumber daya alam nasional.
- 4) Memberikan referensi terhadap pengembangan teoretis dan aplikatif teknologi penginderaan jauh dalam ilmu pertahanan. Khususnya bagi Program Studi Teknologi Penginderaan.

1.6.2 Manfaat Praktis

- 1) Memberikan rekomendasi kepada pemangku kebijakan, terutama Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia serta unit-unit pelaksana di lapangan, dalam pengelolaan wilayah perikanan laut tangkap di Perairan Laut Arafura.
- 2) Menyediakan model matematik berbasis Analisis Regresi Deret Fourier dan *Long Short-Term Memory Recurrent Neural Network* (LSTM-RNN) yang dapat membantu dalam prediksi dan perencanaan produksi perikanan laut tangkap.
- 3) Menghasilkan peta Zona Potensi Penangkapan Ikan yang dapat digunakan oleh nelayan dan industri perikanan untuk meningkatkan efisiensi dan produktivitas penangkapan ikan di Perairan Laut Arafura.