

LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA



**OPTIMALISASI PEMANFAATAN TEKNOLOGI GUNA
MENINGKATKAN HASIL PERIKANAN TANGKAP
DI PERAIRAN INDONESIA**

Oleh:

**IRWAN HARDJUNADI, S.T., M.Tr.Opsla
KOLONEL LAUT (T) NRP 10741/P**

**KERTAS KARYA ILMIAH PERSEORANGAN (TASKAP)
PROGRAM PENDIDIKAN REGULER ANGKATAN (PPRA) LXVI
LEMHANNAS RI
TAHUN 2024**

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur ke hadirat Allah Subhanaallahu Wa Ta'ala serta atas segala perkenannya, Alhamdulillah penulis sebagai salah satu peserta Program Pendidikan Reguler Angkatan (PPRA) telah berhasil menyelesaikan tugas dari Lembaga Ketahanan Nasional Republik Indonesia dengan judul: **“Optimalisasi Pemanfaatan Teknologi Guna Meningkatkan Hasil Perikanan Tangkap di Perairan Indonesia”**

Penulisan Taskap ini merupakan salah satu tugas dalam menyelesaikan Program Pendidikan Reguler Angkatan (PPRA) LXVI Lemhannas RI Tahun 2024. Dalam penulisan Taskap ini, penulis menyampaikan terimakasih yang sedalam-dalamnya kepada Gubernur Lemhannas RI yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk mengikuti PPRA LXVI Lemhannas RI pada tahun 2024. Penulis juga mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada Tutor Pembimbing Taskap, Irjen Pol (Purn) Dr. Drs. E. Winarto H. S.H., M.Si. yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berharga dalam penulisan Taskap ini. Penulis juga menyampaikan banyak ucapan terimakasih kepada Tim Uji Tulis dan Uji Saji, Rekan-rekan PPRA LXVI, serta semua pihak yang telah memberikan dukungan kepada penulis dalam penyelesaian Taskap ini.

Tidak lupa penulis juga mengucapkan terimakasih kepada istri dan anak-anakku tercinta yang selalu mendo'akan dan memberikan motivasi agar penulis terus bersemangat menyelesaikan tugas belajar dengan baik.

Penulis menyadari bahwa Taskap ini masih belum sempurna, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan saran dan masukan dari semua pihak untuk menyempurnakan penulisan naskah ini.

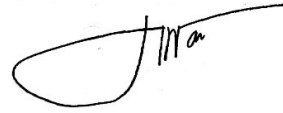
Penulis berharap semoga Taskap ini dapat memberikan manfaat dan sumbangan pemikiran kepada Lemhannas RI, Pemerintah Republik Indonesia khususnya Kementerian Kelautan dan Perikanan dan pihak-pihak yang membutuhkan.

Semoga Allah Azza Wa Jalla senantiasa memberikan hidayah dan bimbingannya kepada kita semua dalam melaksanakan tugas dan pengabdian

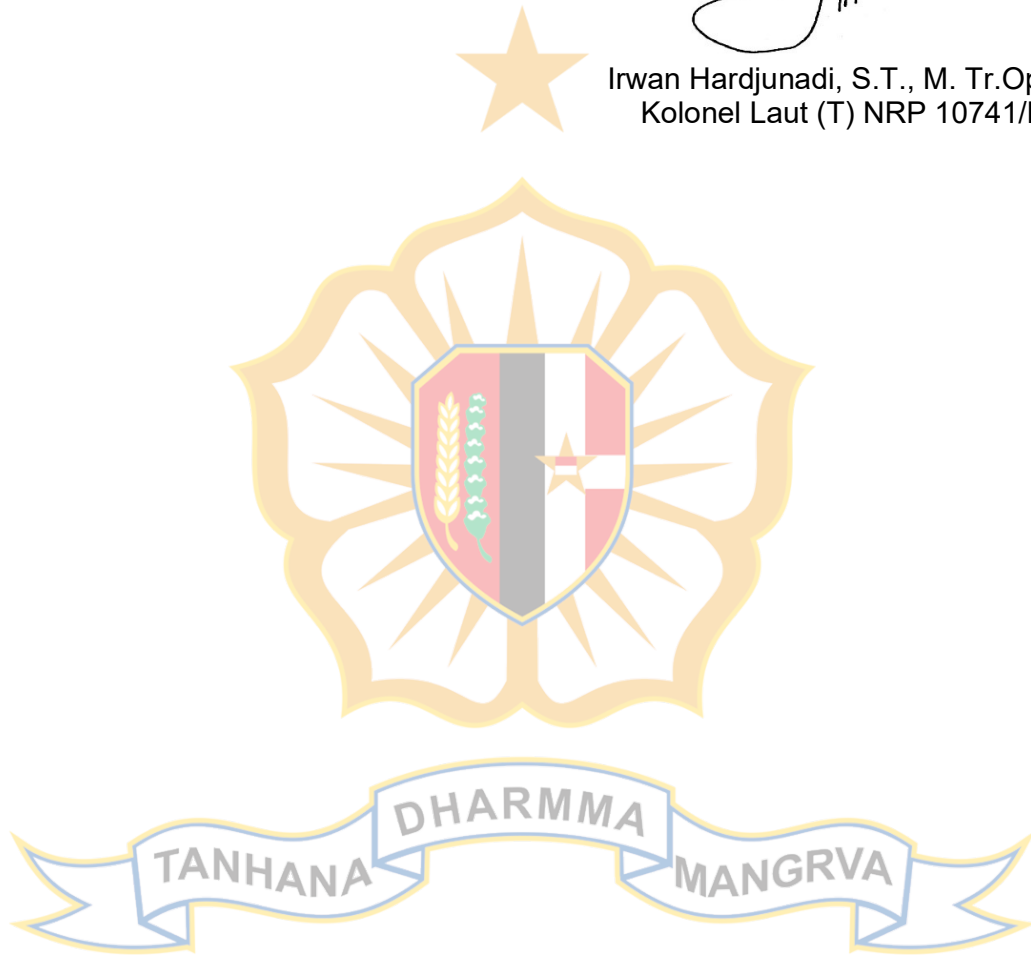
kepada Bangsa dan Negara Kesatuan Republik Indonesia yang kita cintai dan kita banggakan bersama. Aamiin ya Rabbal'amin

Sekian dan Terimakasih

Jakarta, Agustus 2024
Penulis



Irwan Hardjunadi, S.T., M. Tr.Opsla
Kolonel Laut (T) NRP 10741/P



**LEMBAGA KETAHANAN NASIONAL
REPUBLIK INDONESIA**

PERNYATAAN KEASLIAN

1. Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Irwan Hardjunadi, S.T., M.Tr.Opsla.
Pangkat : Kolonel Laut (T) Nrp.10741/P
Jabatan : Sahli C Straops Koarmada RI
Instansi : Koarmada RI TNI AL
Alamat : Komplek TNI AL Pasir Angin Blok B10/15 Cileungsi Kab Bogor

Sebagai peserta Program Pendidikan Reguler Angkatan (PPRA) ke LXVI tahun 2024 menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

- a. Kertas Karya Ilmiah Perseorangan (Taskap) yang saya tulis adalah asli.
- b. Apabila ternyata sebagian atau seluruhnya tulisan Taskap ini terbukti tidak asli atau plagiasi, maka saya bersedia untuk dibatalkan.

2. Demikian pernyataan keaslian ini dibuat untuk dapat digunakan seperlunya.

Jakarta, 24 Juli 2024
Penulis,



Irwan Hardjunadi, S.T., M.Tr.Opsla
Kolonel Laut (T) NRP.10741/P

DAFTAR ISI

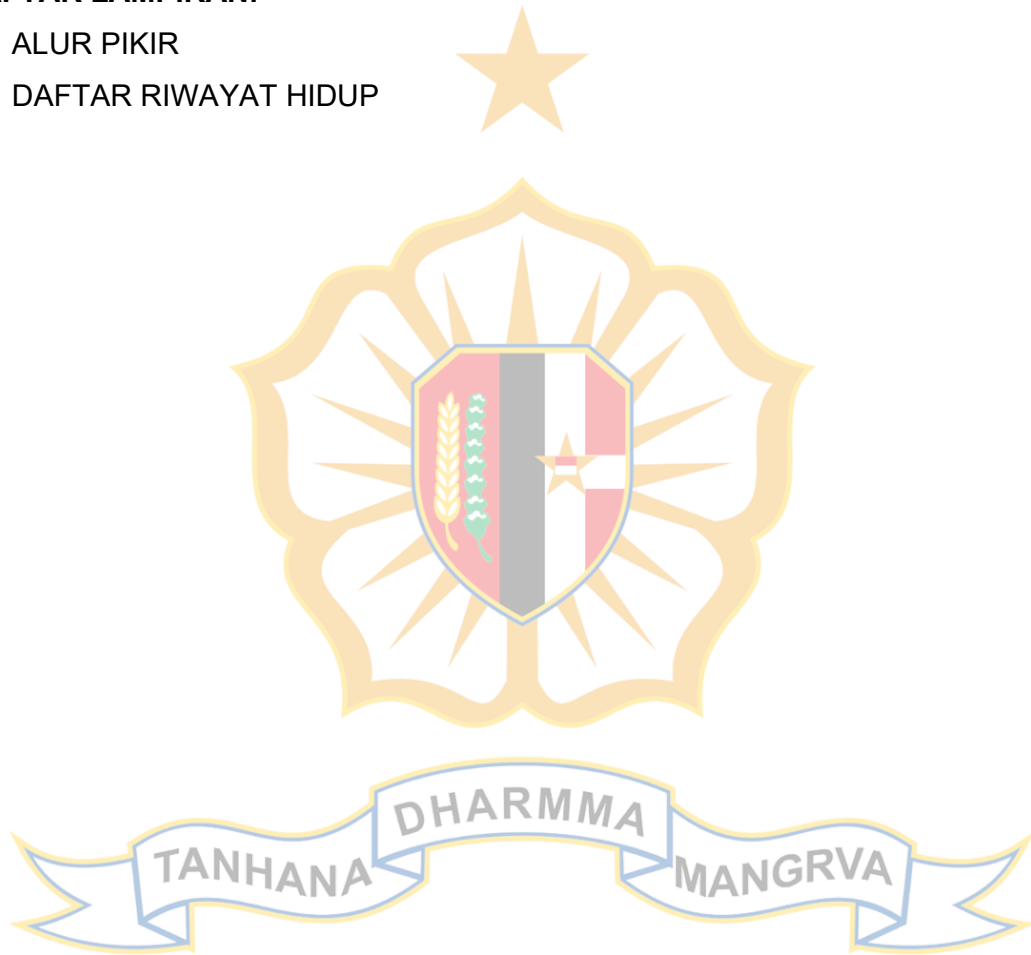
	Halaman
KATA PENGANTAR.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR TABEL.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1. Latar Belakang	1
2. Rumusan Masalah	6
3. Maksud dan Tujuan.....	7
4. Ruang Lingkup dan Sistematika.....	7
5. Metode dan Pendekatan	8
6. Pengertian.....	8
BAB II LANDASAN PEMIKIRAN	11
7. Umum	11
8. Peraturan Perundang-Undangan	11
9. Data dan Fakta.....	14
10. Kerangka Teoretis	28
11. Lingkungan Strategis	30
BAB III PEMBAHASAN	35
12. Umum	35
13. Pemanfaatan Teknologi Perikanan Tangkap Saat Ini	35
14. Permasalahan Yang Dihadapi Dalam Pemanfaatan Teknologi Perikanan Saat Ini.....	63
15. Strategi Optimalisasi Pemanfaatan Teknologi Guna Meningkatkan Hasil Perikanan Tangkap Di Perairan Indonesia.....	70

BAB IV PENUTUP	75
16. Simpulan	75
17. Rekomendasi	78

DAFTAR PUSTAKA	81
-----------------------------	-----------

DAFTAR LAMPIRAN:

1. ALUR PIKIR
2. DAFTAR RIWAYAT HIDUP



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Zona potensi penangkapan ikan	16
Gambar 2. Zona potensi penangkapan ikan hasil citra satelit.....	16
Gambar 3. Perbandingan hasil tangkapan dengan dan tanpa <i>fishfinder</i>	18
Gambar 4. Infografis Aplikasi NN Marlin.....	21



DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Jumlah Kapal Perikanan Tangkap Laut.....	15



OPTIMALISASI PEMANFAATAN TEKNOLOGI GUNA MENINGKATKAN HASIL PERIKANAN TANGKAP DI WILAYAH PERAIRAN INDONESIA

BAB I PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki 17.504 pulau dengan luas perairannya sebesar 6.400.000 kilometer persegi¹. Dengan luas perairan yang sedemikian besar tentunya memiliki potensi **produksi perikanan tangkap yang tinggi**. Perikanan tangkap di Indonesia saat ini merupakan salah satu sektor penting yang mendukung perekonomian Indonesia. Sektor ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap penyediaan pangan, penghidupan nelayan, dan perekonomian nasional secara keseluruhan. Berdasarkan data di tahun 2022 dari badan pangan Perserikatan Bangsa Bangsa (PBB) yaitu *Food and Agricultural Organization* (FAO) hasil perikanan dunia adalah 78,8 juta ton.² China menempati urutan pertama sebagai negara penghasil perikanan dengan jumlah per tahunnya 11,77 juta ton, disusul Indonesia yang menempati urutan kedua terbesar. Peru menempati urutan ketiga penghasil ikan dunia dengan hasil 5,61 juta ton, kemudian Rusia dengan hasil ikan 4,79 juta ton, meskipun saat ini Rusia sedang mengalami konflik dengan Ukraina yang mungkin akan mengalami risiko penurunan akibat konflik tersebut.³ Amerika Serikat menempati urutan kelima dengan penghasilan ikan 4,23 ton. Dalam perkembangan ke depannya FAO memperkirakan bahwa hasil perikanan dunia akan semakin meningkat seiring dengan pulihnya perekonomian dunia dari pandemi covid-19.

Sebagai negara terbesar kedua penghasil ikan dunia, Indonesia menurut data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan melaporkan data produksi ikan di tahun 2022 dari sektor perikanan tangkap di perairan laut Indonesia mencapai 7.026.425,53 Ton per tahun.⁴ Dalam pemikiran sederhana, bila membandingkan data luas perairan Indonesia dengan data produksi ikan di atas maka di dapat kurang lebih per kilometer persegi hanya menghasilkan 1,09 ton produksi ikan laut pertahunnya. Harga ikan per

¹ Data Kelautan yang Menjadi Rujukan Nasional Diluncurkan”, Sumber [Online]

² 10 negara penghasil ikan laut terbesar ri peringkat berapa”, Sumber [Online]

³ Negara penghasil ikan laut terbesar di dunia siapa juaranya”, Sumber [Online]

⁴ Prod ikan prov”, Sumber [Online]

ton di pasar internasional misalkan saja ikan Tuna adalah US\$ 40.000⁵ sedangkan harga ikan cakalang per tonnya adalah US\$ 1.663⁶, sehingga kita akan bertanya bahwa apakah benar per kilometer persegi perairan Indonesia per tahunnya hanya menghasilkan pendapatan sedemikian? Angka ini tentunya memicu pemikiran bahwa diperlukan peningkatan hasil perikanan tangkap di wilayah perairan Indonesia guna pertambahan pendapatan negara yang juga merupakan pertambahan pendapatan dari para nelayan. Hal ini sesuai dengan konsep ekonomi biru yang menurut PBB konsep ekonomi biru itu mempunyai arti pembangunan yang terdiri atas berbagai sektor ekonomi dan kebijakan terkait yang memanfaatkan sumber daya laut secara berkelanjutan⁷. Dalam menetapkan kebijakan pembangunan ekonomi, Indonesia menerapkan konsep ekonomi biru hal ini di tetapkan dalam undang-undang nomor 32 tahun 2014 tentang kelautan yang menyebutkan “ ekonomi biru adalah sebuah pendekatan untuk meningkatkan pengelolaan kelautan berkelanjutan serta konservasi laut dan sumber daya pesisir beserta ekosistemnya dalam rangka mewujudkan pertumbuhan ekonomi dengan prinsip-prinsip antara lain keterlibatan masyarakat, efisiensi sumber daya, meminimalkan limbah, dan nilai tambah ganda (multiple revenue),⁸ oleh karena itu maka perlu adanya suatu peningkatan hasil perikanan tangkap yang perlu dilakukan oleh pemerintah dalam rangka memajukan kesejahteraan masyarakat nelayan Indonesia.

Dalam beberapa dekade terakhir di mana revolusi industri telah memasuki fase revolusi industri 5.0, teknologi telah memainkan peranan penting dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas di sektor perikanan tangkap. Namun penggunaan teknologi ini belum dioptimalkan sepenuhnya di Indonesia. Masih terdapat kesenjangan antara potensi teknologi yang ada dan pemanfaatannya dalam meningkatkan hasil perikanan tangkap di perairan Indonesia. Beberapa teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan hasil perikanan tangkap antara lain adalah:

- a. **Teknologi Pemantauan Satelit.** Teknologi satelit yang dimanfaatkan untuk membantu penangkapan ikan adalah teknologi satelit pengamat bumi. Teknologi ini digunakan untuk memantau dan melacak keberadaan lokasi penangkapan ikan yang mempunyai potensi jumlah ikan terbaik secara realtime.

⁵ Di dalam negeri rp 200 juta tuna ri bisa laku rp 1 miliar di jepang”, Sumber [Online]

⁶ Harga cakalang beku tahun 2022 naik 1829”, Sumber [Online]

⁷ Ekonomi biru pengertian tujuan dan potensinya di Indonesia”, Sumber [Online]

⁸ Sekretariat Negara. (2014).Penjelasan Pasal 4 Ayat (1) UU Nomor 32 Tahun 2014 Tentang Kelautan.

Data lingkungan permukaan air laut yang direkam oleh satelit diolah dengan menggunakan metode ilmiah akan menghasilkan lokasi keberadaan ikan.

b. Teknologi Sonar (*Sound Navigation and Ranging*). Pada dasarnya Sonar bekerja dengan cara memancarkan gelombang suara dan menangkap pantulan gelombang tersebut sehingga Sonar dapat mendeteksi benda di sekitarnya. Penerapan sonar dalam perikanan tangkap memungkinkan nelayan untuk bekerja secara lebih efisien dan berkelanjutan dengan meminimalkan penangkapan ikan yang tidak diinginkan dan memperoleh informasi yang lebih akurat tentang stok ikan dan habitat mereka. Sonar mendeteksi dan melacak keberadaan ikan dan menentukan kedalaman di mana ikan itu berada dengan demikian maka hal ini akan memudahkan nelayan untuk dapat meningkatkan hasil tangkapan ikannya.

c. Teknologi jaring pintar. Jaring pintar adalah salah satu inovasi dalam teknologi perikanan yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan penangkapan ikan. Prinsip kerja jaring pintar melibatkan integrasi sensor dan teknologi pemrosesan data ke dalam jaring penangkapan ikan. Dengan menggunakan sensor yang dapat membedakan ukuran dan spesies ikan, jaring pintar dapat membantu nelayan untuk menyesuaikan teknik penangkapan mereka secara lebih selektif. Data yang dikumpulkan oleh jaring pintar juga dapat digunakan untuk memantau aktivitas penangkapan ikan, mengidentifikasi pola penangkapan yang berlebihan, dan memberikan efektivitas waktu penangkapan ikan.

d. Teknologi Pemantauan Cuaca. Pemilihan cuaca saat penangkapan ikan dapat menghindari cuaca buruk sehingga dapat mencegah adanya kecelakaan di laut. Teknologi pemantauan cuaca memiliki peran penting dalam industri perikanan tangkap karena kondisi cuaca yang tidak stabil dapat mempengaruhi keselamatan nelayan, produktivitas tangkapan, dan efisiensi operasional. Dengan memanfaatkan teknologi pemantauan cuaca ini, nelayan dapat mengurangi risiko keselamatan mereka, meningkatkan produktivitas tangkapan, dan merencanakan operasi penangkapan ikan dengan lebih efisien. Pemahaman yang baik tentang kondisi cuaca lokal dan penggunaan teknologi yang tepat dapat membantu meningkatkan keberlanjutan dan kesejahteraan dalam industri perikanan tangkap.

e. **Teknologi Pemanfaatan Data Hidro-Oseanografi (DHO).** Dengan memanfaatkan DHO dapat mengetahui pola pergerakan ikan serta lokasi kecenderungan ikan berkumpul. Teknologi pemanfaatan data hidro-oseanografi memiliki peran penting dalam meningkatkan efisiensi, keberlanjutan, dan keselamatan operasi perikanan tangkap. Selain itu, pemanfaatan data hidro-oseanografi juga dapat membantu dalam pengelolaan sumber daya perikanan secara berkelanjutan dengan memastikan bahwa penangkapan dilakukan dengan cara yang tepat dan berkelanjutan.

f. **Teknologi Drone.** Penggunaan drone pada penangkapan ikan dapat membantu pencarian lokasi kumpulan ikan yang terdekat sehingga dapat didapatkan efisiensi penggunaan bahan bakar yang digunakan. Teknologi drone memiliki potensi besar dalam industri perikanan tangkap, membantu meningkatkan efisiensi operasi, mengurangi biaya, dan bahkan memberikan data yang lebih akurat untuk pengelolaan sumber daya perikanan. Penerapan teknologi drone dalam perikanan tangkap dapat membantu meningkatkan produktivitas, efisiensi, dan keberlanjutan industri perikanan. Namun, perlu diingat bahwa penggunaan drone juga harus memperhatikan regulasi penerbangan yang berlaku dan memastikan bahwa operasi drone dilakukan dengan aman dan bertanggung jawab.

g. **Teknologi Kamera Bawah Air.** Pemasangan kamera pada wahana bawah air dapat membantu nelayan memantau aktivitas ikan, mengidentifikasi jenis ikan dan mengetahui kondisi habitat ikan. Teknologi pemantauan dengan kamera bawah air adalah salah satu inovasi yang sangat berguna dalam industri perikanan tangkap, karena memungkinkan nelayan untuk melihat secara langsung kehidupan bawah laut dan aktivitas ikan di sekitar jaring mereka. Dengan menggunakan teknologi pemantauan dengan kamera bawah air, nelayan dapat meningkatkan efisiensi operasi mereka, mengurangi tangkapan tidak sengaja, dan memastikan bahwa penangkapan ikan dilakukan secara berkelanjutan. Ini juga membantu dalam pengelolaan sumber daya perikanan yang lebih baik dengan memberikan data yang lebih akurat tentang keadaan di bawah laut.

h. **Teknologi Pengolahan Hasil Tangkapan.** Penggunaan teknologi dalam pengolahan hasil tangkapan seperti sistem pendingin yang lebih efisien atau Teknik pengawetan ikan yang lebih baik dapat meningkatkan kualitas hasil

tangkapan dan memperpanjang umur simpan dan kesegaran ikan hasil tangkapan. Teknologi pengolahan hasil tangkapan ikan memungkinkan hasil tangkapan diolah dengan efisien dan berkualitas sehingga dapat disiapkan untuk dijual atau dikonsumsi.

Dari teknologi yang telah disebutkan di atas maka dapat dipilih teknologi mana yang diprioritaskan dan tepat guna, dalam arti lebih efisien dan dapat diterapkan lebih cepat kepada para nelayan guna meningkatkan hasil perikanan tangkap. Pemilihan teknologi ini dapat didasarkan kepada harga ataupun didasarkan kepada perkiraan kecepatan para nelayan untuk mengadopsi teknologi ini, sehingga diperlukan peran pemerintah dalam hal ini adalah para pemangku kepentingan yang bergerak dibidang kelautan dalam rangka menyejahterakan para nelayan Indonesia. Berdasarkan Undang-undang Nelayan Indonesia saat ini dapat dibagi dalam dua golongan yaitu nelayan besar yang menggunakan kapal dengan bobot lebih dari 10 GT dan nelayan kecil yang menggunakan kapal dengan bobot di bawah 10 GT.

Salah satu cara dalam meningkatkan hasil perikanan tangkap adalah dengan *mengoptimalkan penggunaan teknologi* di sektor perikanan tangkap. Tidak semua nelayan di Indonesia dapat menerapkan penggunaan teknologi modern dalam menangkap ikan hal ini disebabkan penggunaan teknologi dalam industri perikanan tangkap di Indonesia *menghadapi beberapa permasalahan yang perlu diatasi*:

- a. **Aksesibilitas dan Infrastruktur:** Banyak daerah perikanan di Indonesia masih memiliki akses terbatas terhadap teknologi modern karena keterbatasan infrastruktur, seperti listrik dan jaringan internet. Hal ini mempersulit implementasi teknologi di daerah-daerah tersebut.
- b. **Biaya:** Biaya pengadaan teknologi sering kali menjadi hambatan utama bagi nelayan atau pelaku industri perikanan skala kecil dan menengah. Investasi awal yang diperlukan untuk membeli atau memasang peralatan teknologi cenderung tinggi, dan hal ini mungkin sulit dijangkau bagi mereka.
- c. **Kesadaran dan Pendidikan:** Sebagian besar nelayan mungkin tidak memiliki pemahaman yang memadai tentang potensi manfaat teknologi dalam meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan perikanan. Diperlukan pendidikan dan pelatihan yang memadai untuk meningkatkan kesadaran dan pemahaman mereka tentang penggunaan teknologi tersebut.
- d. **Regulasi dan Kebijakan:** Kadang-kadang, regulasi yang kaku atau kurangnya kejelasan dalam kebijakan pemerintah dapat menghambat adopsi

teknologi baru dalam industri perikanan. Peraturan yang tidak sesuai atau kurangnya insentif untuk menggunakan teknologi inovatif bisa menjadi kendala.

e. Dukungan Teknis: Setelah mengadopsi teknologi, nelayan dan pelaku industri perikanan mungkin memerlukan dukungan teknis yang berkelanjutan untuk mengoperasikan dan memelihara peralatan tersebut. Kurangnya akses terhadap dukungan teknis yang memadai bisa menjadi kendala serius.

f. Konservasi dan Keberlanjutan: Penggunaan teknologi dalam perikanan harus sejalan dengan prinsip-prinsip konservasi dan keberlanjutan. Terkadang, teknologi yang digunakan secara tidak tepat atau berlebihan dapat menyebabkan penangkapan berlebihan atau merusak ekosistem laut.

Untuk mengatasi permasalahan ini memerlukan kerja sama antara pemerintah, lembaga riset, industri, dan masyarakat untuk menciptakan lingkungan yang mendukung bagi penggunaan teknologi dalam perikanan tangkap di Indonesia. Ini termasuk penyediaan infrastruktur yang memadai, pendidikan dan pelatihan, regulasi yang tepat, dukungan teknis, dan promosi praktik perikanan yang berkelanjutan. Melalui pemahaman yang lebih baik tentang potensi pemanfaatan teknologi dan upaya untuk meningkatkan aksesibilitas serta pemahaman teknologi di kalangan nelayan Indonesia maka diharapkan peningkatan hasil perikanan tangkap di wilayah perairan Indonesia dapat tercapai. Selanjutnya dengan tingkat hasil perikanan tangkap yang tinggi tentunya akan berdampak pada meningkatnya ketahanan perekonomian nasional yang tangguh.

2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang serta fakta kondisi yang terjadi, maka rumusan masalah yang akan dibahas dalam Taskap ini adalah **“bagaimana optimalisasi pemanfaatan teknologi guna meningkatkan hasil perikanan tangkap di perairan Indonesia”**, dalam rangka menjawab dan menemukan solusi atas permasalahan yang telah dijelaskan pada Rumusan Masalah, maka pertanyaan penelitian yang akan dibahas dalam Kertas Karya Ilmiah Perseorangan (Taskap) ini antara lain sebagai berikut:

- a. Bagaimana pemanfaatan teknologi perikanan tangkap di Indonesia saat ini?
- b. Bagaimana permasalahan yang dihadapi dalam pemanfaatan teknologi perikanan tangkap di Indonesia ?

- c. Apa strategi optimalisasi pemanfaatan teknologi guna meningkatkan perikanan tangkap di perairan Indonesia?

3. Maksud dan Tujuan.

a. Maksud.

Penulisan Taskap ini bermaksud untuk memberikan gambaran tentang belum optimalnya penggunaan teknologi dalam meningkatkan hasil perikanan tangkap di Indonesia, menganalisis, dan menentukan langkah-langkah strategis terhadap pemecahan masalah guna meningkatkan kesejahteraan nelayan dalam rangka ketahanan nasional.

b. Tujuan.

Tujuan penulisan Taskap ini yaitu untuk memberikan sumbangan pemikiran berupa rekomendasi strategis kepada pihak yang berkepentingan untuk memecahkan masalah penggunaan teknologi guna meningkatkan hasil perikanan tangkap di Indonesia dalam rangka ketahanan nasional.

4. Ruang Lingkup dan Sistematika

a. Ruang Lingkup.

Dalam penulisan Taskap ini, agar rumusannya lebih jelas maka penulis membatasi ruang lingkup pembahasan pada peningkatan hasil perikanan tangkap yang dilakukan dengan pemanfaatan teknologi.

b. Sistematika.

Penyusunan Taskap ini ditata dengan sistematika sebagai berikut:

- 1) **BAB I Pendahuluan.** Bab ini menceritakan latar belakang berupa fenomena permasalahan, perumusan masalah dan pertanyaan kajian tentang optimalisasi pemanfaatan teknologi guna meningkatkan hasil perikanan tangkap di perairan Indonesia.
- 2) **BAB II Landasan Pemikiran.** Bab ini berisi tentang landasan pemikiran yang meliputi peraturan perundang-undangan, data dan fakta, kerangka teoretis, serta pengaruh lingkungan strategis terhadap permasalahan yang sedang dibahas.
- 3) **BAB III Pembahasan.** Bab ini berupa data dan fakta yang ada untuk di analisa menggunakan pendekatan peraturan perundang-undangan, teori, dan pengaruh perkembangan lingkungan strategis. Pembahasan dilakukan dengan

cara menganalisis permasalahan, faktor-faktor penyebab dan mencari langkah strategis untuk memecahkan permasalahan.

4) BAB IV Penutup. Bab ini berisi jawaban atas pertanyaan kajian yang ada pada Bab I dan berisi rekomendasi untuk mengoptimalkan pemanfaatan teknologi guna meningkatkan hasil perikanan tangkap di perairan Indonesia.

5. Metode dan Pendekatan.

a. Metode.

Penulisan Taskap ini menggunakan metode kualitatif di mana data yang diperoleh melalui metode meta data dan analisa pembahasannya menggunakan metode analisis PEST.

b. Pendekatan.

Taskap ini menggunakan pendekatan dari peningkatan hasil perikanan tangkap secara multi disiplin ilmu sesuai kerangka teori yang digunakan.

6. Pengertian.

a. Optimalisasi.

Optimalisasi adalah suatu proses untuk mencari alternatif terbaik dari beberapa pilihan yang tersedia dengan tujuan mencapai hasil yang efektif dan efisien dalam penggunaan sumber daya yang ada. Dalam konteks ekonomi, optimalisasi sering digunakan dalam rangka memaksimalkan keuntungan atau meminimalkan biaya⁹.

b. Teknologi.

Teknologi adalah seperangkat sistem atau metode dengan menggunakan ilmu pengetahuan untuk menghasilkan sesuatu (produk atau peralatan)¹⁰.

c. Perikanan Tangkap.

Perikanan tangkap adalah suatu upaya/kegiatan yang menyangkut pengusahaan suatu sumber daya di laut atau melalui perairan umum. Kegiatan

⁹ Tony M. Wijaya (2018) Pengantar Ilmu Ekonomi Mikro. PT. Raja Grafindo Persada. Hal 142-143.

¹⁰ Apa itu teknologi simak pengertian dan manfaatnya berikut", Sumber [Online]

ini meliputi penyediaan prasarana, saran kegiatan penangkapan, penanganan hasil tangkapan, pengolahan serta pemasaran hasil¹¹.

d. Perairan.

Perairan adalah suatu kumpulan masa air pada suatu wilayah tertentu, baik yang bersifat dinamis (bergerak atau mengalir) seperti laut dan sungai, maupun statis (tergenang) seperti danau¹².

e. Satelit.

Kata satelit berasal dari kata latin *satelles* yang mempunyai arti pelayan. Satelit dapat dibedakan menjadi dua yaitu satelit alam dan satelit buatan. Yang dimaksud satelit dalam tulisan ini adalah satelit buatan yang mempunyai arti wahana angkasa luar yang dibuat oleh manusia yang mengelilingi Bumi, Matahari, atau benda langit lainnya¹³.

f. Sonar.

Sonar merupakan singkatan dari *Sonar Navigating and Ranging* yang mempunyai arti navigasi suara dan jangkauan¹⁴. Sonar menggunakan gelombang suara untuk mendeteksi keberadaan benda-benda di bawah air.

g. Jaring Pintar.

Jaring pintar adalah alat tangkap ikan yang berupa jaring yang menggunakan network dan kamera untuk mendeteksi dan mengidentifikasi jenis ikan yang tertangkap jaring ikan secara real-time, yang dapat menyeleksi jenis ikan yang diinginkan.¹⁵

h. Data Hidro-Oseanografi.

Data Hidro-Oseanografi adalah data berupa arah angin, kondisi dasar laut, gelombang di permukaan laut dan arus di laut¹⁶. Data ini dikeluarkan Lembaga Hidrografi Nasional yaitu Pushidrosal TNI Angkatan Laut sebagai lembaga yang berwenang mengeluarkan data resmi Hidro-Oseanografi Indonesia.

¹¹ Nurhakim. 2006 Peran Lembaga Riset DKP dalam Mewujudkan Perikanan Tangkap yang Bertanggung Jawab di dalam : Sondita, editor. Seminar Nasional Perikanan Tangkap : Auditorium Rektorat Institut Pertanian Bogor, 10-11 Agustus 2006. Bogor: IPB Press Hal 33-34.

¹² 9 macam perairan”, Sumber [Online]

¹³ Muis Saludin (2017) Prinsip Dasar Teknologi Satelit. Teknosan. Yogyakarta. Hal 12

¹⁴ Bagaimana cara kerja sonar”, Sumber [Online]

¹⁵ Smart fishing nets could save marine wildlife”, Sumber [Online]

¹⁶ Kupas tuntas pemanfaatan data hidro oseanografi di Indonesia”, Sumber [Online]

i. Drone.

Drone adalah sebuah pesawat yang dikendalikan secara remote oleh seseorang atau secara otomatis menggunakan perangkat lunak khusus¹⁷.

j. Kamera Bawah Air.

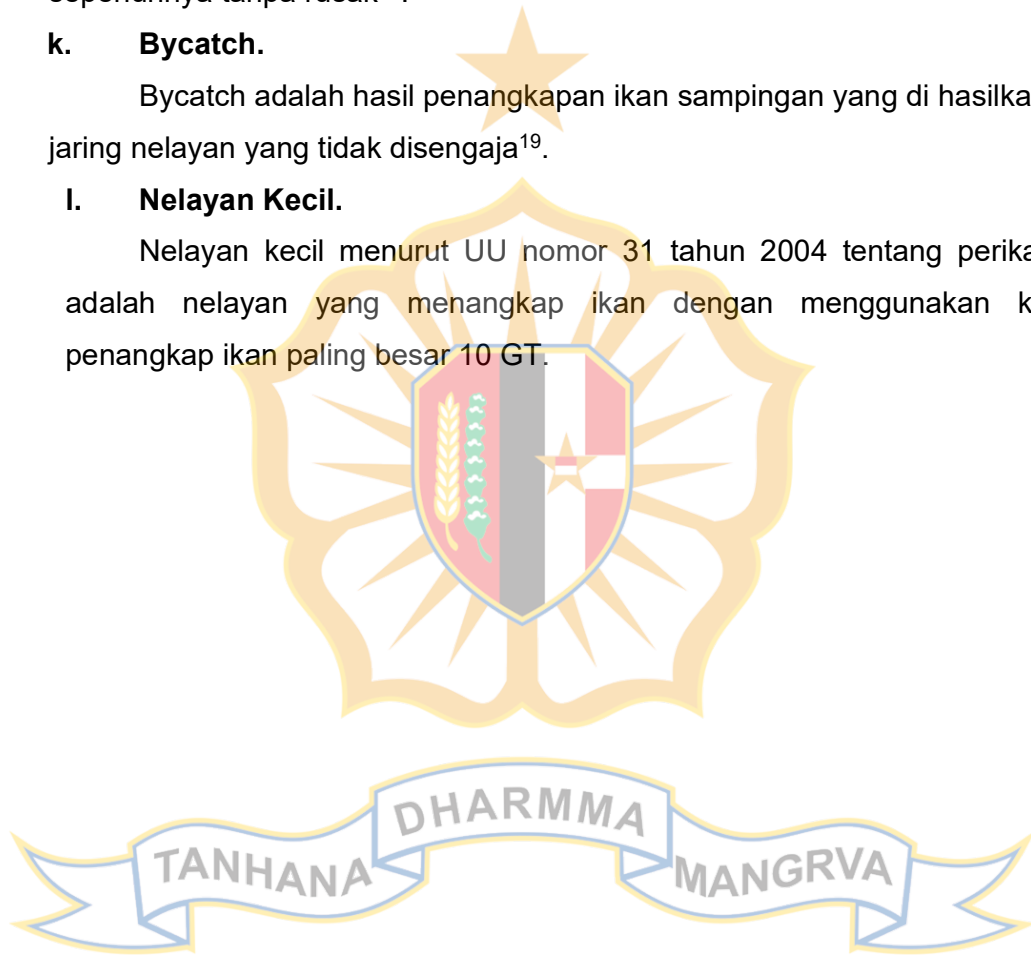
Kamera bawah air adalah perangkat kamera khusus yang dirancang untuk digunakan di bawah air untuk mengambil gambar atau video dan dibangun untuk tahan terhadap tekanan air serta memungkinkan tenggelam sepenuhnya tanpa rusak¹⁸.

k. Bycatch.

Bycatch adalah hasil penangkapan ikan sampingan yang di hasilkan jaring nelayan yang tidak disengaja¹⁹.

l. Nelayan Kecil.

Nelayan kecil menurut UU nomor 31 tahun 2004 tentang perikanan adalah nelayan yang menangkap ikan dengan menggunakan kapal penangkap ikan paling besar 10 GT.



¹⁷ Drone adalah inovasi teknologi yang membuka peluang baru di berbagai bidang”, Sumber [Online].

¹⁸ Apa yang dimaksud dengan kamera underwater ini dia penjelasannya”, Sumber [Online]

¹⁹ Tangkapan sampingan itu disebut bycatch”, Sumber [Online]

BAB II

LANDASAN PEMIKIRAN

7. Umum.

Bab ini berisi landasan pemikiran yang meliputi peraturan perundang-undangan, data dan fakta, kerangka teoretis, serta lingkungan strategis. Pada pasal landasan pemikiran dituliskan tentang dasar pemikiran yang mempunyai kaitan dengan rumusan permasalahan yaitu bagaimana mengoptimalkan pemanfaatan teknologi guna meningkatkan hasil perikanan tangkap di perairan Indonesia. Peraturan perundang-undangan merupakan payung hukum dan sebagai dasar yuridis untuk menilai atau mengevaluasi permasalahan yang akan dikaji. Selanjutnya kerangka teoretis merupakan dasar teori yang kemudian dikembangkan dan dijadikan acuan untuk menganalisis permasalahan serta menemukan pemecahannya. Sebagai data empiris akan digunakan data dan fakta agar dapat diidentifikasi akar permasalahan yang ada. Selain itu, semua perkembangan lingkungan strategis yang berkaitan dengan hal-hal peningkatan perikanan tangkap digunakan sebagai pendekatan yang bersifat integral, holistik dan komprehensif untuk menjadi pertimbangan dalam pembahasan untuk menghindari pemikiran secara parsial dan sempit.

8. Peraturan Perundang-Undangan.

a. Undang-Undang RI Nomor 31 Tahun 2004 tentang Perikanan, sebagaimana diubah dengan Undang-Undang Nomor 45 Tahun 2009.²⁰

Pasal 9 pada Undang-Undang ini menjelaskan tentang larangan memiliki alat bantu penangkapan ikan yang mengganggu dan merusak keberlanjutan sumber daya ikan. Pasal 46 pada Undang-Undang ini menjelaskan tentang kewajiban pemerintah untuk menyusun dan mengembangkan sistem informasi dan data statistik perikanan. Kedua pasal ini digunakan untuk menilai sejauh mana pemanfaatan teknologi perikanan dapat dipakai untuk meningkatkan hasil perikanan tangkap di wilayah perairan Indonesia.

²⁰ Sekretariat Negara. (2009). Undang-Undang RI Nomor 45 tahun 2009 Tentang Perubahan Atas UU Nomor 31 Tahun 2004 Tentang Perikanan.

b. Undang-Undang RI Nomor 11 Tahun Tentang Sistem Nasional Ilmu Pengetahuan dan Teknologi

Pasal 3 pada Undang-Undang ini menjelaskan tentang tujuan sistem nasional ilmu pengetahuan dan teknologi salah satunya adalah meningkatkan pemanfaatan ilmu pengetahuan dan teknologi untuk pembangunan nasional berkelanjutan, kualitas hidup, dan kesejahteraan masyarakat.

c. Peraturan Pemerintah RI Nomor 11 Tahun 2023 tentang Penangkapan Ikan Terukur.²¹

Peraturan Pemerintah RI Nomor 11 Tahun 2023 mengatur tentang penangkapan ikan terukur di wilayah perairan Indonesia, dengan tujuan untuk mengelola sumber daya perikanan secara berkelanjutan dan bertanggung jawab. Salah satu aspek penting yang diatur dalam peraturan ini adalah penentuan zona penangkapan ikan terukur sebagaimana dijelaskan dalam Pasal 2. Pasal ini mengelompokkan wilayah perairan Indonesia ke dalam beberapa zona penangkapan yang ditetapkan berdasarkan potensi dan kondisi ekosistem masing-masing area. Dengan adanya pengelompokan ini, pemerintah dapat menerapkan kebijakan penangkapan yang disesuaikan dengan karakteristik setiap zona, sehingga penangkapan ikan dapat dilakukan secara optimal tanpa merusak keseimbangan ekosistem laut.

Pasal 11 dari Peraturan ini menjelaskan tentang Kuota Penangkapan Ikan di Zona Penangkapan Ikan Terukur. Kuota ini ditetapkan berdasarkan hasil kajian ilmiah yang mempertimbangkan stok ikan, tingkat eksploitasi, serta kapasitas regenerasi populasi ikan di masing-masing zona. Penerapan kuota penangkapan bertujuan untuk mencegah *overfishing* dan memastikan bahwa kegiatan penangkapan ikan dapat berlangsung dalam jangka panjang. Kuota ini juga diperbarui secara berkala berdasarkan data terbaru dari penelitian dan pemantauan lapangan, memastikan bahwa kebijakan yang diterapkan selalu relevan dengan kondisi terkini di perairan Indonesia.

Pasal-pasal tersebut akan digunakan sebagai referensi utama untuk menentukan batas jumlah penangkapan ikan yang diperbolehkan dengan bantuan teknologi. Teknologi modern seperti sonar, jaring pintar, dan sistem

²¹ Sekretariat Negara. (2023). Peraturan Pemerintah RI Nomor 11 Tahun 2023 tentang Penangkapan Ikan Terukur.

pemantauan cuaca dapat membantu nelayan meningkatkan efisiensi penangkapan mereka, namun tetap harus mematuhi batas kuota yang ditetapkan untuk setiap zona penangkapan. Dengan demikian, teknologi dapat dimanfaatkan secara optimal tanpa mengabaikan prinsip-prinsip keberlanjutan. Implementasi teknologi ini harus selalu diawasi dan dievaluasi oleh otoritas terkait untuk memastikan bahwa penggunaannya tidak melampaui batas kuota dan tetap mendukung kelestarian sumber daya ikan di perairan Indonesia..

d. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan RI Nomor 18 Tahun 2021 tentang Penempatan Alat Penangkapan Ikan dan Alat Bantu Penangkapan Ikan di WPPNRI dan Laut Lepas Serta Penataan Andon Penangkapan Ikan²².

Pasal 5 dari Peraturan ini secara khusus menjelaskan tentang alat penangkap ikan yang diperbolehkan untuk digunakan di perairan Indonesia. Pasal ini memberikan pedoman mengenai jenis-jenis teknologi dan alat penangkap ikan yang dapat digunakan, serta persyaratan teknis yang harus dipenuhi oleh alat-alat tersebut. Hal ini mencakup spesifikasi teknis, cara pengoperasian, dan area penangkapan yang diizinkan untuk setiap jenis alat penangkap ikan.

Pasal 5 akan digunakan sebagai referensi utama untuk menentukan teknologi dan metode penangkapan ikan yang sesuai dan diizinkan di Indonesia. Ini mencakup alat-alat penangkapan tradisional serta teknologi modern seperti jaring pintar dan sonar, asalkan memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam peraturan ini.

e. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan RI Nomor 30 Tahun 2021 tentang Usaha Perikanan Tangkap²³.

Pasal 3 dalam peraturan ini menjelaskan berbagai jenis usaha perikanan tangkap yang diperbolehkan di perairan Indonesia. Pasal ini mencakup klasifikasi usaha perikanan berdasarkan skala operasional, seperti perikanan skala kecil, menengah, dan besar. Selain itu, Pasal 3 juga menjelaskan tentang jenis-jenis alat tangkap yang boleh digunakan, metode

²² Kementrian KKP (2021), Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan RI Nomor 18 Tahun 2021 tentang Penempatan Alat Penangkapan Ikan dan Alat Bantu Penangkapan Ikan di WPPNRI dan Laut Lepas Serta Penataan Andon Penangkapan Ikan

²³ Kementrian KKP (2021), d. Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan RI Nomor 30 Tahun 2021 tentang Usaha Perikanan Tangkap

penangkapan yang disarankan, serta teknologi yang dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan efisiensi dan hasil penangkapan ikan.

Pasal 3 ini akan digunakan sebagai referensi utama bagi usaha perikanan tangkap yang memanfaatkan teknologi modern untuk meningkatkan hasil penangkapannya. Dengan merujuk pada Pasal 3, pelaku usaha perikanan dapat memastikan bahwa mereka mematuhi peraturan yang berlaku dan menerapkan praktik-praktik terbaik dalam penangkapan ikan, sehingga dapat meningkatkan produktivitas sambil tetap menjaga kelestarian lingkungan laut.

9. Data dan Fakta

a. Potensi Perikanan Tangkap di Perairan Wilayah Indonesia.

Potensi perikanan tangkap Indonesia sebesar 6,5 juta ton per tahun²⁴ yang tersebar di seluruh wilayah perairan Indonesia. Sedangkan hasil perikanan tangkap laut Indonesia saat ini menurut BPS adalah sebesar 7,248 ton per tahun²⁵. Indonesia merupakan negara kepulauan terbesar di dunia, dengan wilayah perairan yang sangat luas dan kaya akan sumber daya perikanan tangkap. Berdasarkan data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), total potensi sumber daya ikan di perairan Indonesia diperkirakan mencapai sekitar 12,54 juta ton per tahun. Perairan Indonesia terdiri dari berbagai jenis ekosistem, termasuk terumbu karang, hutan mangrove, dan padang lamun, yang menjadi habitat bagi beragam jenis ikan dan biota laut lainnya .

Perikanan tangkap di Indonesia berperan penting dalam perekonomian nasional, menyumbang sekitar 4-6% terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) sektor perikanan pada tahun 2023²⁶. Selain itu, sektor ini juga menjadi sumber mata pencaharian bagi lebih dari 2,7 juta nelayan yang tersebar di berbagai wilayah pesisir Indonesia. Beberapa daerah yang menjadi pusat perikanan tangkap utama antara lain Laut Jawa, Laut Sulawesi, dan Samudra Pasifik bagian barat, yang memiliki stok ikan pelagis dan demersal yang melimpah .

Selain itu, Indonesia juga menjadi salah satu eksportir utama produk perikanan tangkap di dunia. Pada tahun 2020, nilai ekspor produk perikanan

²⁴ Potensi besar perikanan tangkap Indonesia”, Sumber [Online]

²⁵ Statistik KKP”, Sumber [Online]

²⁶ KKP target pdb perikanan tumbuh 46 persen di 2023”, Sumber [Online]

Indonesia mencapai sekitar Rp 31 miliar²⁷, dengan komoditas utama berupa tuna, udang, dan cumi-cumi. Produk perikanan Indonesia diekspor ke berbagai negara, termasuk Amerika Serikat, Jepang, dan negara-negara di Eropa. Potensi perikanan tangkap yang besar ini menunjukkan pentingnya pengelolaan yang berkelanjutan untuk memastikan ketersediaan sumber daya ikan bagi generasi mendatang serta menjaga keseimbangan ekosistem laut .

Sedangkan jumlah kapal ikan yang dimiliki oleh nelayan Indonesia semakin menurun dari tahun ke tahun. Hal ini terungkap oleh data yang dikeluarkan oleh KKP seperti pada tabel.

Tabel 1. Jumlah Kapal Perikanan Tangkap Laut

JUMLAH KAPAL PERIKANAN TANGKAP LAUT	2019	2020	2021	2022
TOTAL (UNIT)	936.249	1.161.332	1.004.060	893.258
PERAHU TANPA MOTOR	192.653	159.417	136.848	100.109
PERAHU MOTOR TEMPEL	427.309	503.955	476.484	429.113
KAPAL MOTOR	316.287	497.960	390.728	364.036
KAPAL MOTOR < 5GT	201.924	388.618	296.764	248.695
KAPAL MOTOR 5 - 10 GT	70.886	64.708	54.398	58.223
KAPAL MOTOR 10 - 20 GT	22.200	21.589	18.902	23.529
KAPAL MOTOR 20 - 30 GT	16.964	17.652	14.238	26.946
KAPAL MOTOR 30 - 50 GT	1.180	975	1.010	1.301
KAPAL MOTOR 50 - 100 GT	2.050	2.786	3.238	3.363
KAPAL MOTOR 100 - 200 GT	1.126	1.616	2.162	1.959
KAPAL MOTOR 200 - 300 GT	7	15	15	19
KAPAL MOTOR 300 - 500 GT	0	1	1	1

Sumber KKP

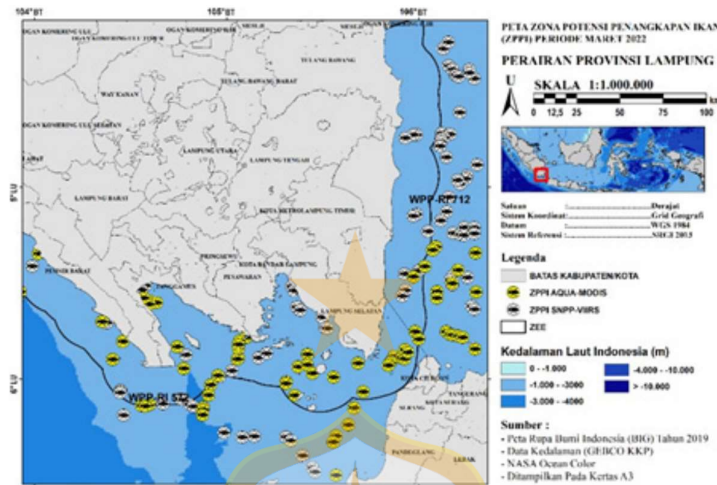
b. Teknologi Yang Mendukung Penangkapan Ikan.

Berdasarkan perkembangan teknologi saat ini terdapat beberapa teknologi yang digunakan dalam usaha penangkapan ikan. Teknologi tersebut antara lain adalah:

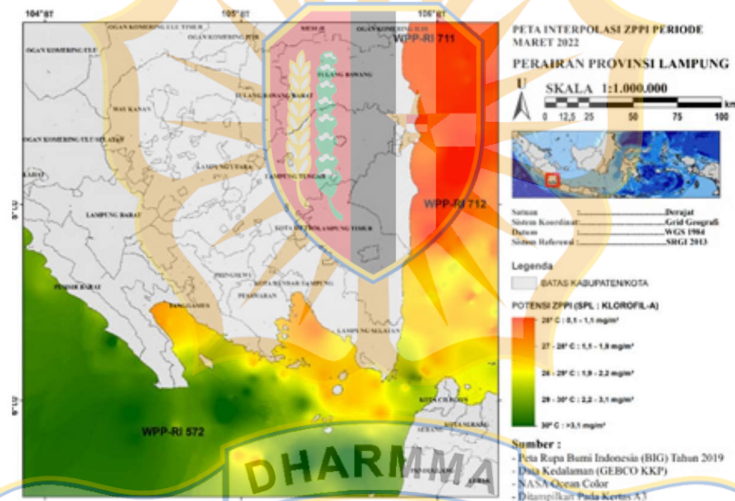
- 1) Teknologi Pemantauan Satelit.** Teknologi satelit yang dimanfaatkan untuk membantu penangkapan ikan adalah teknologi satelit pengamat bumi. Teknologi ini digunakan untuk memantau dan melacak keberadaan lokasi penangkapan ikan yang mempunyai potensi jumlah ikan terbaik. Penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa

²⁷ Perikanan Indonesia catat nilai ekspor tembus 31 miliar” Sumber [Online]

penggabungan data satelit ke dalam zona penangkapan ikan yang ada menambah keakuratan data potensi penangkapan ikan seperti diperlihatkan pada gambar 1 dan gambar 2.



Gambar 1. Zona potensi penangkapan ikan



Gambar 2. Zona potensi penangkapan ikan hasil citra satelit

Penerapan teknologi pemantauan satelit yang digunakan di Indonesia saat ini adalah penggunaan hasil rekaman citra satelit dari Lembaga Penerbangan dan Antariksa (LAPAN) berupa data suhu permukaan laut dan parameter-parameter lainnya yang bisa di olah dan dapat dijadikan sebagai informasi tempat berkumpulnya ikan. Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) melakukan inovasi dengan menggunakan hasil citra satelit dari LAPAN menghasilkan informasi Zona Potensi Penangkapan

Ikan (ZPPI)²⁸. ZPPI dikemas dalam suatu aplikasi yang bernama NN Marlin yang di kembangkan oleh PT. Media Rekayasa Lintas (PT Marlin).

2) Teknologi Sonar. Pada dasarnya Sonar bekerja dengan cara memancarkan gelombang suara dan menangkap pantulan gelombang tersebut sehingga Sonar dapat mendeteksi benda di sekitarnya. Teknologi sonar telah menjadi alat penting dalam industri perikanan tangkap, memungkinkan nelayan untuk mendeteksi dan memetakan keberadaan ikan dengan lebih efisien. Sonar bekerja dengan memancarkan gelombang suara ke dalam air dan kemudian menangkap pantulan gelombang tersebut ketika mengenai objek, seperti ikan atau dasar laut.

Dengan menggunakan teknologi sonar, nelayan dapat menentukan lokasi, kedalaman, dan jumlah ikan di suatu area, sehingga dapat meningkatkan hasil tangkapan dan mengurangi waktu yang dihabiskan untuk mencari ikan. Selain meningkatkan efisiensi penangkapan, teknologi sonar juga berkontribusi pada praktik perikanan yang lebih berkelanjutan. Salah satu penerapan teknologi sonar pada penangkapan ikan adalah berupa alat yang bernama *Fishfinder*. Penerapan teknologi *fishfinder* pada perikanan tangkap menghasilkan 10 kali lipat dibandingkan dengan tidak menggunakan teknologi tersebut²⁹. Peningkatan ini tergantung pada daerah/perairan penangkapan ikan, di wilayah lain penggunaan *fishfinder* meningkatkan hasil antara 24% sampai dengan 28 %³⁰.

²⁸ ZPPI inovasi BRIN memudahkan nelayan saat melaut “, Sumber [Online]

²⁹ Penggunaan fishfinder dongkrak hasil tangkapan nelayan”, Sumber [Online]

³⁰ Yasim. A dkk, The Effectiveness of Fish Finder as Appropriate Technology for the Traditional Fishermen in Puger Wetan, Jember Regency. Jurnal Ilmiah Teknologi Maritim Vol 15, Nomor 2



Gambar 3. Perbandingan hasil tangkapan dengan dan tanpa *fishfinder*

3) Teknologi jaring pintar. Jaring pintar adalah salah satu inovasi dalam teknologi perikanan yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan penangkapan ikan. Teknologi ini membantu mengurangi tangkapan sampingan (*bycatch*) dan memastikan hanya ikan target yang tertangkap³¹. Menurut laporan dari *International Council for the Exploration of the Sea* (ICES), penggunaan jaring pintar dapat mengurangi tangkapan sampingan hingga 40%³². Selain meningkatkan efisiensi dan selektivitas penangkapan, teknologi jaring pintar juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan laut. Dengan kemampuan untuk memantau dan mengelola penangkapan secara lebih tepat, nelayan dapat menghindari daerah dengan populasi ikan yang sedang mengalami tekanan atau masa reproduksi. Jaring pintar juga dilengkapi dengan mekanisme pelepasan otomatis untuk ikan non-target atau spesies yang dilindungi, sehingga dapat segera dikembalikan ke laut dalam kondisi hidup. Studi dari *Marine Stewardship Council* (MSC) menunjukkan bahwa implementasi teknologi jaring pintar di berbagai perikanan di dunia telah membantu mengurangi kerusakan ekosistem laut dan mendukung praktik perikanan yang berkelanjutan³³.

³¹ Smart fishing nets could save marine wildlife”, Sumber [Online]

³² Smartnet productive ocean event”, Sumber [Online]

³³ Prevention of gear loss and ghost fishing”, Sumber [Online]

4) Teknologi Pemantauan Cuaca. Pemilihan cuaca saat penangkapan ikan dapat menghindari cuaca buruk sehingga dapat mencegah adanya kecelakaan di laut. Teknologi pemantauan cuaca memiliki peran penting dalam industri perikanan tangkap karena kondisi cuaca yang tidak stabil dapat mempengaruhi keselamatan nelayan, produktivitas tangkapan, dan efisiensi operasional. Terdapat beberapa pemanfaatan teknologi pemantauan cuaca yang digunakan dalam perikanan tangkap antara lain adalah:

- a) **Radar Cuaca:** Radar cuaca digunakan untuk mendeteksi awan hujan, badai, dan fenomena cuaca lainnya yang dapat memengaruhi aktivitas perikanan di laut. Data dari radar cuaca membantu nelayan untuk menghindari daerah berbahaya dan merencanakan operasi penangkapan ikan dengan lebih baik.
- b) **Stasiun Cuaca Otomatis:** Stasiun cuaca otomatis dipasang di daratan atau di atas kapal untuk mengukur berbagai parameter cuaca, seperti suhu udara, kelembaban, tekanan udara, arah dan kecepatan angin, serta curah hujan. Data yang dikumpulkan oleh stasiun cuaca otomatis memberikan informasi *real-time* tentang kondisi cuaca lokal, yang berguna bagi nelayan untuk membuat keputusan yang tepat.
- c) **Penginderaan Jauh (*Remote Sensing*):** Teknologi penginderaan jauh, seperti satelit cuaca, digunakan untuk memantau kondisi cuaca di wilayah yang luas. Data yang diperoleh dari penginderaan jauh dapat memberikan informasi tentang pola cuaca jangka panjang dan memungkinkan nelayan untuk merencanakan operasi penangkapan ikan dengan lebih baik.
- d) **Aplikasi Mobile Cuaca:** Aplikasi *mobile* yang menyediakan informasi cuaca yang terkini dan prakiraan cuaca jangka pendek sangat berguna bagi nelayan yang beroperasi di laut. Aplikasi tersebut dapat memberikan peringatan dini tentang perubahan cuaca mendadak atau kondisi cuaca ekstrem, sehingga nelayan dapat mengambil tindakan pencegahan yang tepat.

Teknologi pemantauan cuaca telah menjadi elemen penting dalam industri perikanan tangkap, memberikan nelayan informasi vital tentang kondisi cuaca yang mempengaruhi operasi penangkapan ikan. Sistem pemantauan cuaca modern menggunakan satelit, radar, dan sensor yang disematkan di berbagai titik untuk mengumpulkan data secara *real-time* tentang kondisi atmosfer dan lautan. Informasi ini mencakup kecepatan angin, tinggi gelombang, suhu permukaan laut, dan tekanan atmosfer. Dengan akses ke data ini, nelayan dapat merencanakan perjalanan mereka dengan lebih baik, menghindari badai dan kondisi laut berbahaya, sehingga meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasi mereka.

Teknologi pemantauan cuaca juga membantu nelayan dalam menentukan lokasi penangkapan yang optimal. Data oseanografi seperti suhu permukaan laut dan arus laut dapat menunjukkan keberadaan plankton dan ikan dalam jumlah besar. Alat seperti penginderaan jauh dan pemetaan satelit memberikan peta laut yang detail dan akurat, membantu nelayan mengidentifikasi area dengan potensi tangkapan yang tinggi. Dengan menggunakan informasi ini, nelayan dapat memaksimalkan hasil tangkapan mereka, mengurangi waktu yang dihabiskan untuk mencari ikan, dan mengoptimalkan penggunaan bahan bakar. Penerapan teknologi pemantauan cuaca dalam perikanan tangkap juga berkontribusi pada keberlanjutan lingkungan. Dengan informasi yang akurat tentang kondisi cuaca dan laut, nelayan dapat menghindari penangkapan berlebih dan mengurangi dampak terhadap ekosistem laut. Misalnya, mereka dapat menghindari penangkapan ikan selama musim pemijahan atau di area yang rentan terhadap kerusakan ekologis³⁴.

Studi dari *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) menunjukkan bahwa penggunaan teknologi pemantauan cuaca dapat mengurangi tangkapan sampingan hingga 20%, yang penting untuk menjaga keseimbangan ekosistem dan memastikan kelestarian

³⁴ Monitoring lingkungan untuk keberlanjutan perikanan mempertahankan keseimbangan ekosistem laut”, Sumber [Online]

sumber daya ikan³⁵. Dengan demikian, teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan keselamatan operasi penangkapan ikan tetapi juga mendukung praktik perikanan yang berkelanjutan.

5) Teknologi Pemanfaatan Data Hidro-oseanografi (DHO).

Dengan memanfaatkan DHO dapat mengetahui pola pergerakan ikan serta lokasi kecenderungan ikan berkumpul. Teknologi pemanfaatan data hidro-oseanografi memiliki peran penting dalam meningkatkan efisiensi, keberlanjutan, dan keselamatan operasi perikanan tangkap. Beberapa penerapan teknologi pemanfaatan DHO yang digunakan untuk perikanan tangkap:

a) Sistem Informasi Geografis (GIS): GIS digunakan untuk memetakan dan menganalisis data hidro-oseanografi, seperti kedalaman laut, suhu permukaan laut, salinitas, arus laut, dan konsentrasi fitoplankton. Pemetaan data ini memungkinkan nelayan untuk mengidentifikasi lokasi-lokasi yang potensial untuk penangkapan ikan berdasarkan kondisi lingkungan laut.

a) Model Oseanografi Numerik: Model oseanografi numerik digunakan untuk memprediksi kondisi oseanografi di masa mendatang berdasarkan data historis dan parameter-parameter lingkungan yang diketahui. Model ini dapat memberikan informasi tentang perubahan arus laut, suhu air, dan pola aliran pasang-surut, yang berguna bagi nelayan untuk merencanakan operasi penangkapan ikan dengan lebih efektif.

b) Sistem Pemantauan Arus Laut: Teknologi pemantauan arus laut, seperti buoy pengamat arus laut dan sensor arus laut terpasang, digunakan untuk mengukur kecepatan dan arah arus laut di berbagai kedalaman laut. Data yang diperoleh dari sistem pemantauan arus laut ini dapat membantu nelayan untuk menentukan rute navigasi yang optimal dan memperkirakan pergerakan ikan di perairan laut.

Pemanfaatan data hidro-oseanografi saat ini belum diterapkan oleh para pemangku kepentingan di bidang perikanan. Data hidro-

³⁵ Study shows pollock stocks are mixing more due changing ocean conditions and weather”, Sumber [Online]

oseanografi yang dimaksud adalah data-data yang dihasilkan saat tim survei dari Pushidrosal melaksanakan survei lapangan³⁶ Teknologi pemanfaatan data hidro-oseanografi merupakan inovasi penting yang berpotensi besar dalam meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan industri perikanan tangkap.

Data hidro-oseanografi mencakup informasi tentang kedalaman laut, suhu air, arus laut, salinitas, dan struktur dasar laut yang dihasilkan dari survei lapangan yang dilakukan oleh tim dari Pusat Hidrografi dan Oseanografi TNI Angkatan Laut (Pushidrosal). Informasi ini sangat berharga untuk memahami kondisi laut yang mempengaruhi distribusi dan perilaku ikan. Sayangnya, hingga saat ini, pemanfaatan data hidro-oseanografi oleh para pemangku kepentingan di bidang perikanan masih sangat terbatas. Padahal, penggunaan data hidro-oseanografi dapat memberikan banyak manfaat bagi nelayan dan pengelola perikanan. Dengan memahami kondisi fisik dan dinamika laut, nelayan dapat menentukan lokasi penangkapan yang paling produktif dan aman. Misalnya, data tentang arus laut dan suhu permukaan air dapat membantu nelayan mengidentifikasi daerah yang kaya akan plankton, yang merupakan makanan utama banyak spesies ikan. Selain itu, informasi tentang struktur dasar laut dapat membantu nelayan menghindari area yang berbahaya bagi jaring dan peralatan penangkapan mereka, mengurangi risiko kerusakan dan biaya operasional.

Untuk mengoptimalkan pemanfaatan data hidro-oseanografi, diperlukan kolaborasi yang lebih erat antara lembaga penelitian, pemerintah, dan komunitas nelayan. Pushidrosal, sebagai penyedia utama data ini, dapat bekerja sama dengan Kementerian Kelautan dan Perikanan serta organisasi nelayan untuk menyosialisasikan manfaat dan cara penggunaan data hidro-oseanografi. Pelatihan dan *workshop* dapat diadakan untuk meningkatkan pemahaman dan keterampilan nelayan dalam menggunakan data tersebut. Dengan demikian, data

³⁶ Mengenal lebih jauh proses pengambilan dan pengolahan data hidro-oseanografi survei hidrografi dan oseanografi”, Sumber [Online]

hidro-oseanografi tidak hanya menjadi informasi yang tersimpan di pusat data Pushidrosal, tetapi juga menjadi alat praktis yang digunakan di lapangan untuk meningkatkan hasil tangkapan dan menjaga keberlanjutan sumber daya laut.

6) Teknologi Drone. Penggunaan drone pada penangkapan ikan dapat membantu pencarian lokasi kumpulan ikan yang terdekat sehingga dapat didapatkan efisiensi penggunaan bahan bakar yang digunakan. Teknologi drone memiliki potensi besar dalam industri perikanan tangkap, membantu meningkatkan efisiensi operasi, mengurangi biaya, dan bahkan memberikan data yang lebih akurat untuk pengelolaan sumber daya perikanan. Beberapa cara di mana drone digunakan dalam perikanan tangkap:

- a) **Pemantauan Perairan:** Drone dilengkapi dengan kamera yang dapat digunakan untuk memantau aktivitas di perairan. Nelayan dapat menggunakan drone untuk mencari tanda-tanda keberadaan ikan, seperti kumpulan burung laut atau gerakan air, yang dapat menunjukkan lokasi ikan.
- b) **Pemetaan dan Pencitraan:** Drone dilengkapi dengan sensor pemetaan dan pencitraan yang dapat digunakan untuk membuat peta perairan laut, termasuk kedalaman, struktur dasar laut, dan distribusi habitat ikan. Informasi ini memungkinkan nelayan untuk merencanakan rute penangkapan yang optimal.
- c) **Pendeteksian dan Pemantauan Keberadaan Ikan:** Drone dilengkapi dengan sensor sonar atau akustik yang dapat digunakan untuk mendeteksi dan memantau keberadaan ikan di bawah permukaan air. Ini memungkinkan nelayan untuk mengidentifikasi lokasi ikan secara akurat tanpa perlu memasang peralatan sonar di kapal.
- d) **Pemantauan Keberlanjutan:** Drone dapat digunakan untuk memantau keberlanjutan operasi perikanan, seperti penangkapan yang berlebihan atau tangkapan tidak sengaja spesies yang terancam punah. Data yang diperoleh dari drone dapat digunakan untuk mengidentifikasi praktik-praktik

penangkapan yang tidak berkelanjutan dan mengambil tindakan yang sesuai.

e) Pengiriman dan Pengumpulan Data: Drone dapat digunakan untuk mengirimkan atau mengumpulkan data secara cepat dan efisien, termasuk sampel air, informasi cuaca, atau data perangkat pemantauan lingkungan lainnya.

Teknologi drone di Indonesia pada bidang perikanan saat ini juga digunakan untuk mengawasi kegiatan bidang perikanan tangkap³⁷. Teknologi drone telah mulai diterapkan di Indonesia dalam bidang perikanan, khususnya untuk mengawasi kegiatan perikanan tangkap. Drone, dengan kemampuan terbang dan manuver yang fleksibel, dapat digunakan untuk memantau area perairan yang luas dengan efisiensi tinggi. Penggunaan drone memungkinkan pengawasan yang lebih cepat dan akurat dibandingkan dengan metode konvensional.

Data yang dikumpulkan oleh drone dapat digunakan sebagai bukti untuk tindakan penegakan hukum, sehingga membantu mencegah praktik perikanan ilegal yang merugikan sumber daya laut dan ekonomi negara. Menurut laporan dari Kementerian Kelautan dan Perikanan, penggunaan drone telah berkontribusi signifikan dalam mengurangi insiden IUU Fishing di beberapa wilayah perairan Indonesia.

Selain untuk pengawasan hukum, teknologi drone juga berfungsi dalam kegiatan penelitian dan pengelolaan perikanan. Drone dapat digunakan untuk melakukan survei populasi ikan dan habitat laut, mengumpulkan data yang diperlukan untuk penelitian ilmiah dan pengelolaan sumber daya perikanan yang lebih baik. Informasi yang diperoleh dari drone dapat membantu dalam pembuatan kebijakan berbasis data, seperti penentuan kuota penangkapan dan zona perlindungan laut. Dengan demikian, penggunaan teknologi drone tidak hanya meningkatkan efektivitas pengawasan tetapi juga mendukung keberlanjutan dan konservasi sumber daya perikanan di Indonesia.

7) Teknologi Kamera Bawah Air. Pemasangan kamera pada wahana bawah air dapat membantu nelayan memantau aktivitas ikan

³⁷ KKP akan bangun ocean big data dilengkapi teknologi drone bawah air hingga nano satelit”, Sumber [Online]

secara *realtime*, mengidentifikasi jenis ikan dan mengetahui kondisi habitat ikan. Teknologi pemantauan dengan kamera bawah air adalah salah satu inovasi yang sangat berguna dalam industri perikanan tangkap, karena memungkinkan nelayan untuk melihat secara langsung kehidupan bawah laut dan aktivitas ikan di sekitar jaring mereka.

8) Teknologi Pengolahan Hasil Tangkap. Pengolahan hasil tangkap saat ini masih banyak dilakukan secara tradisional yang meliputi metode pendinginan, pengeringan, dan berbagai pengolahan lainnya. Metode-metode ini telah digunakan selama bertahun-tahun karena kemudahannya dan biaya yang relatif rendah. Namun, metode tradisional sering kali tidak mampu menjaga kualitas ikan secara optimal dalam jangka waktu yang lebih lama. Akibatnya, nilai jual ikan dapat menurun seiring dengan menurunnya kesegaran dan kualitas. Oleh karena itu, ada kebutuhan yang mendesak untuk menerapkan teknologi pengolahan yang lebih modern dan efisien guna meningkatkan kualitas dan daya saing produk perikanan di pasar. Teknologi pengolahan hasil tangkap yang dibahas dalam tulisan ini adalah teknologi pendinginan. Teknologi ini dirancang untuk mendinginkan ikan yang baru saja ditangkap, sehingga kualitas dan kesegarannya dapat dipertahankan hingga tiba di pasar. Teknologi pendinginan memiliki keunggulan dalam menjaga kualitas ikan, namun hanya dapat diterapkan pada kapal dengan ukuran 30 GT ke atas. Hal ini disebabkan oleh kebutuhan suplai daya yang besar serta ruang instalasi yang diperlukan untuk peralatan pendingin tersebut. Selain itu kapal dengan ukuran 30 GT perijinannya cukup ke pemerintah daerah saja dengan daerah penangkapan di bawah 12 Mil laut yang merupakan daerah laut pedalaman atau wilayah teritorial Indonesia.

Dari teknologi yang telah diuraikan di atas, berdasarkan teori produksi dari H. Scott Gordon dan teori optimalisasi dari Leonid Kantorovich, akan dipilih teknologi yang *feasible* dan dapat serta telah diterapkan untuk meningkatkan hasil perikanan tangkap di perairan Indonesia.

10. Kerangka Teoretis.

a. Teori Optimalisasi.

Teori optimalisasi adalah cabang matematika dan ilmu komputer yang berfokus pada menemukan solusi terbaik dari sebuah masalah berdasarkan beberapa kriteria tertentu. Teori ini digunakan untuk memaksimalkan atau meminimalkan suatu fungsi tujuan dalam rangka mencapai hasil yang optimal. Salah satu tokoh terkemuka dalam pengembangan teori optimalisasi adalah Leonid Kantorovich, seorang matematikawan dan ekonom asal Rusia³⁸. Pada tahun 1939, Kantorovich memperkenalkan metode pemrograman linear, yang merupakan salah satu teknik dasar dalam teori optimalisasi. Karyanya ini sangat berpengaruh dan diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti ekonomi, logistik, dan rekayasa.

Selain Kantorovich, tokoh lain yang berperan penting dalam pengembangan teori optimalisasi adalah George Dantzig, seorang matematikawan Amerika yang dikenal sebagai pencipta algoritma *Simplex* untuk pemrograman linear. Algoritma *Simplex* yang dikembangkan oleh Dantzig pada tahun 1947 memungkinkan penyelesaian masalah pemrograman linear secara lebih efisien dan praktis³⁹. Karya-karya Dantzig dan Kantorovich telah meletakkan dasar bagi banyak metode optimalisasi yang digunakan saat ini, termasuk dalam manajemen operasi, perencanaan sumber daya, dan analisis keputusan. Kontribusi mereka diakui secara luas dan telah memberikan dampak signifikan dalam perkembangan teori optimalisasi sebagai disiplin ilmu yang penting dan aplikatif..

b. Teori Produksi

Teori produksi dalam perikanan tangkap berkaitan dengan cara mengelola sumber daya perikanan untuk memaksimalkan hasil tangkapan ikan sambil memastikan keberlanjutan ekosistem laut. Teori ini mencakup analisis input dan output dalam proses penangkapan ikan, termasuk faktor-faktor seperti jumlah kapal, tenaga kerja, teknologi penangkapan, dan kondisi lingkungan. Salah satu pendekatan utama dalam teori produksi perikanan adalah model bioekonomik yang menggabungkan aspek biologi dan ekonomi

³⁸ Leonid Kantorovich Sumber [Online]

³⁹ Program, P., Dantzig, M. G. B., Programming, B. L., Programming, L., & Methods, M. (1947). Pengantar Program Linear. 1–88.

untuk menentukan tingkat tangkapan yang optimal. Model ini membantu mengidentifikasi batas maksimum tangkapan lestari *Maximum Sustainable Yield* (MSY), yang merupakan jumlah maksimum ikan yang dapat ditangkap tanpa mengurangi populasi ikan di masa depan.

Tokoh penting dalam pengembangan teori produksi perikanan adalah H. Scott Gordon, seorang ekonom Kanada yang dikenal melalui karyanya pada pertengahan abad ke-20. Pada tahun 1954, Gordon menerbitkan artikel berjudul "*The Economic Theory of a Common-Property Resource: The Fishery*," yang menjelaskan bagaimana pengelolaan sumber daya perikanan yang tidak diatur dapat mengarah pada *overfishing* dan penurunan populasi ikan⁴⁰. Karyanya menekankan pentingnya pengelolaan yang berkelanjutan dan pengaturan kebijakan untuk mencegah eksploitasi berlebihan. Gordon menggabungkan konsep-konsep ekonomi klasik dengan analisis biologi untuk membentuk dasar dari model bioekonomik dalam pengelolaan perikanan.

c. Analisis PESTLE (Political, Economic, Social culture, Technological, Legal, Environmental).

Analisis PESTLE adalah "suatu pendekatan sistematis yang digunakan dalam manajemen bisnis dan perencanaan strategis untuk memahami faktor-faktor makro eksternal yang dapat mempengaruhi sebuah organisasi, perusahaan, atau proyek"⁴¹. Analisis PESTLE dapat digunakan untuk menganalisis pemanfaatan teknologi guna meningkatkan hasil perikanan tangkap di perairan Indonesia. Analisis PESTLE digunakan untuk memahami berbagai faktor eksternal yang dapat mempengaruhi suatu industri atau sektor. Dalam konteks optimalisasi penggunaan teknologi guna meningkatkan hasil perikanan tangkap, analisis PESTLE dapat memberikan wawasan yang mendalam tentang bagaimana faktor-faktor politik, ekonomi, sosial, teknologi, lingkungan, dan hukum mempengaruhi sektor perikanan.

⁴⁰ Oktavia, P (2018) Evolusi Dan Tantangan Governance untuk Common Property Resource. *Planners InSight*, Vol 1, No. 1.

⁴¹ Analisis pestel untuk startegi bisnis", Sumber [Online]

11. Lingkungan Strategis.

a. Global.

Perang antara Rusia dan Ukraina masih terus berlangsung hingga saat ini, di mulai sejak hari Kamis tanggal 24 Februari 2022 dengan adanya pengumuman dari Presiden Rusia Vladimir Putin tentang operasi militer Rusia terhadap Ukraina. Serangan militer ini mendapat banyak kecaman dari negara-negara di dunia sehingga ancaman sanksi ekonomi dijatuhkan kepada Rusia oleh negara-negara tersebut. Rusia disisi lain, juga mengambil tindakan balasan terhadap sanksi ekonomi tersebut. Perkembangan situasi ini telah banyak mempengaruhi perekonomian global, di mana harga minyak dan pangan dunia menjadi semakin meningkat⁴²

Demikian pula perang antara Israel dan Iran turut menaikkan harga minyak dunia. Harga minyak berada di posisi US\$ 90,45 per barel⁴³ Dalam sektor perikanan, kenaikan harga minyak dunia berdampak langsung pada biaya operasional kapal penangkap ikan. Bahan bakar merupakan komponen utama dari biaya operasional kapal, sehingga ketika harga minyak naik, biaya untuk menjalankan operasi penangkapan ikan juga meningkat. Ini dapat menyebabkan penurunan frekuensi penangkapan atau bahkan penghentian sementara operasi, terutama bagi nelayan kecil yang tidak memiliki modal besar untuk menanggung biaya tambahan. Akibatnya, pasokan ikan di pasar dapat menurun, yang kemudian berpotensi menaikkan harga ikan dan produk perikanan lainnya.

Selain itu, kenaikan harga minyak juga mempengaruhi biaya logistik dan distribusi hasil perikanan. Pengangkutan ikan dari daerah penangkapan ke pasar memerlukan bahan bakar, dan dengan harga minyak yang tinggi, biaya distribusi pun meningkat. Hal ini dapat mempengaruhi rantai pasok secara keseluruhan, dari penangkapan hingga konsumen akhir.

b. Regional.

Asia merupakan kawasan dengan keanekaragaman hayati laut yang sangat kaya, termasuk di dalamnya Asia Tenggara yang dikenal sebagai pusat keanekaragaman hayati laut dunia. Negara-negara di kawasan ini, seperti

⁴² Konflik rusia ukraina berlanjut icp Maret 2022 terkerek lagi jadi us 113 55 per barel”, Sumber [Online]

⁴³ Harga minyak naik karena perang dolar rp 16000 harga BBM RI bagaimana”, Sumber [Online]

Indonesia, Thailand, Filipina, dan Vietnam, memiliki tradisi panjang dalam perikanan tangkap. Teknologi perikanan di Asia beragam dari yang sangat tradisional hingga yang sangat modern. Adopsi teknologi seperti kapal penangkap ikan berteknologi tinggi, alat pelacak GPS, dan sonar untuk mendeteksi ikan telah membantu meningkatkan hasil tangkapan di beberapa negara maju di kawasan Asia, seperti Jepang dan Korea Selatan⁴⁴. Namun, teknologi ini belum sepenuhnya diadopsi di seluruh kawasan Asia Tenggara, yang masih banyak bergantung pada metode tradisional.

Asia Tenggara, khususnya, memiliki tantangan dan peluang yang unik dalam perikanan tangkap. Kawasan ini terdiri dari ribuan pulau dan memiliki garis pantai yang panjang, yang memberikan potensi besar untuk industri perikanan. Namun, masalah seperti *overfishing*, perubahan iklim, dan degradasi habitat laut menjadi ancaman serius. Beberapa negara di Asia Tenggara telah mengambil langkah untuk mengatasi masalah ini melalui pengenalan teknologi ramah lingkungan dan praktik perikanan berkelanjutan. Selain itu, kerja sama regional melalui organisasi seperti ASEAN (*Association of Southeast Asian Nations*) memainkan peran penting dalam mengkoordinasikan kebijakan perikanan dan konservasi sumber daya laut di kawasan ini.

Inisiatif-inisiatif kerja sama regional di Asia dan Asia Tenggara berfokus pada transfer teknologi, pelatihan nelayan, dan penegakan regulasi perikanan. Program-program seperti pengawasan berbasis satelit untuk mencegah *illegal fishing*, dan proyek konservasi terumbu karang, menunjukkan komitmen kuat negara-negara di kawasan ini untuk menjaga keberlanjutan sumber daya laut mereka⁴⁵. Kolaborasi dengan negara-negara maju juga membantu dalam penerapan teknologi baru dan modernisasi armada penangkapan ikan. Oleh karena itu, meskipun ada tantangan, potensi untuk meningkatkan hasil perikanan tangkap melalui pemanfaatan teknologi dan kerja sama regional di Asia dan Asia Tenggara sangat besar.

⁴⁴ Sejarah perkembangan penangkapan ikan faizal rahman msc", Sumber [Online]

⁴⁵ Burke, L dkk (2002)Terumbu karang yang terancam di di asia Tenggara, World Resources Institute.

c. Nasional.

Perkembangan lingkungan strategis pada taraf nasional yang berkaitan dengan pemanfaatan teknologi di bidang perikanan tangkap dapat dijelaskan melalui aspek Gatra dalam ketahanan nasional sebagai berikut

1) Geografi. Kondisi geografi Indonesia yang berbentuk kepulauan memberikan luas laut yang lebih luas daripada daratannya. Kondisi geografi yang demikian memberikan peluang yang besar pada peningkatan hasil perikanan tangkap di perairan Indonesia. Dengan potensi perikanan tangkap lestari sebesar 9,3 juta ton/tahun maka peningkatan hasil perikanan tangkap di perairan Indonesia dapat terwujud⁴⁶.

2) Demografi. Masyarakat nelayan Indonesia yang berdiam di wilayah pesisir Indonesia pada tahun 2019 tercatat berjumlah kurang lebih hanya 1,83 juta orang yang mengalami penurunan jumlah bila dibandingkan jumlah nelayan di tahun 2010⁴⁷. Penurunan jumlah ini disebabkan adanya krisis iklim dan terus timbulnya ekspansi industri yang terjadi secara global. Dalam konteks pemanfaatan teknologi tentunya akan sangat diperlukan berkenaan dengan tujuan pemanfaatan teknologi tersebut untuk meningkatkan hasil perikanan tangkap di perairan Indonesia.

3) Sumber Kekayaan Alam. Wilayah perairan Indonesia memiliki luas 3 kali lebih luas dari daratannya dan memiliki sumber daya alam yang kaya akan ikannya namun dari jumlah ikan yang telah ditangkap pertahunnya masih diperlukan peningkatan guna meningkatkan kesejahteraan rakyat Indonesia sesuai dengan tujuan nasional yang tertera di dalam pembukaan UUD NRI 1945.

4) Politik. Kebijakan politik berperan secara langsung terhadap optimalisasi pemanfaatan teknologi dibidang perikanan melalui penerapan kebijakan-kebijakan yang berpihak kepada kepentingan seluruh masyarakat Indonesia. Kebijakan-kebijakan ini mencakup kebijakan pusat maupun di daerah.

⁴⁶ Potensi perikanan Indonesia”, Sumber [Online]

⁴⁷ Jumlah nelayan di Indonesia terus menurun akibat krisis iklim dan industri ekstraktif”, Sumber [Online]

5) Ekonomi. Potensi ekonomi dibidang kelautan berdasarkan data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan di tahun 2020 diperkirakan dapat mencapai US\$ 1.338 miliar atau setara dengan 19,6 Triliun rupiah.⁴⁸ Namun potensi ini belum dapat dimanfaatkan dengan baik untuk kesejahteraan masyarakat secara optimal. Kontribusi ekonomi Produk Domestik Bruto (PDB) sektor kemaritiman tahun 2016-2020 berkisar di 11 persen sedangkan di negara-negara lain rata-rata sudah di atas 30 persen.⁴⁹

6) Sosial Budaya. Sosial dan budaya masyarakat nelayan Indonesia sebagai pengguna teknologi masih belum terbiasa dengan kemajuan masyarakat modern oleh karena itu masih diperlukan pendidikan, pelatihan dan sosialisasi tentang penggunaan teknologi di bidang kelautan.



⁴⁸ Indonesia bisa sejahtera dari sektor ekonomi kelautan”, Sumber [Online]

⁴⁹ DPR RI. (2023). Peluang dan Tantangan Blue Economy Indonesia. Bulletin APBN. Jakarta

BAB III

PEMBAHASAN

12. Umum

Siklus penangkapan ikan terdiri dari beberapa tahap utama pertama adalah persiapan di mana nelayan merencanakan lokasi, jenis ikan yang akan ditangkap, dan mempersiapkan alat tangkap serta kapal. Tahap kedua adalah penangkapan, kapal menuju lokasi penangkapan, dan alat tangkap digunakan untuk menangkap ikan. Hasil tangkapan disortir dan disimpan dengan es di kapal. Ketiga adalah pendaratan dimana kapal kembali ke pelabuhan, ikan diturunkan, ditimbang, dan dijual atau dikirim ke pabrik pengolahan. Selanjutnya adalah distribusi dan pemasaran, ikan didistribusikan ke pasar atau diolah menjadi produk siap konsumsi, lalu dijual kepada konsumen. Dari tahapan-tahapan ini pemanfaatan teknologi dapat diterapkan pada hampir di setiap tahapan.

Pada Bab III ini akan diuraikan materi teknologi yang menjadi fokus pembahasan dalam rangka menjawab pertanyaan-pertanyaan kajian yang telah diajukan pada Bab I. Pembahasan ini diawali dengan menguraikan kondisi pemanfaatan teknologi perikanan tangkap yang umumnya digunakan di Indonesia. Teknologi ini mencakup berbagai teknologi yang diterapkan untuk meningkatkan efisiensi dan hasil tangkapan. Pemanfaatan teknologi ini sangat penting dalam mendukung keberlanjutan sektor perikanan dan memastikan bahwa sumber daya ikan dapat dimanfaatkan secara optimal tanpa merusak ekosistem perairan.

Selanjutnya, akan diuraikan permasalahan yang dihadapi dalam pemanfaatan teknologi perikanan tangkap di Indonesia. Permasalahan ini meliputi kendala teknis, keterbatasan akses terhadap teknologi canggih, serta tantangan dalam penerapan teknologi yang ramah lingkungan. Selain itu, terdapat juga isu-isu terkait regulasi dan kebijakan yang kadang kurang mendukung inovasi dalam sektor perikanan. Untuk mengatasi masalah-masalah tersebut, di bagian akhir akan dijelaskan strategi optimalisasi pemanfaatan teknologi. Strategi ini meliputi peningkatan aksesibilitas dan infrastruktur, biaya, peningkatan kemampuan nelayan melalui pelatihan, pengembangan teknologi yang lebih efisien dan berkelanjutan, serta kerja sama antara pemerintah,

akademisi, dan industri untuk menciptakan solusi yang dapat meningkatkan hasil perikanan tangkap di perairan Indonesia.

13. Pemanfaatan Teknologi Perikanan Tangkap Saat ini

Teori optimalisasi Kantorovich, dapat diaplikasikan dalam konteks penangkapan ikan untuk mengoptimalkan distribusi sumber daya (seperti perahu, tenaga kerja, dan waktu) agar hasil tangkapan maksimal dengan biaya minimal. Sedangkan teori optimasi linier dari George Dantzig, yang dikenal dengan Metode Simpleks, sangat bermanfaat dalam berbagai aplikasi, termasuk optimalisasi penangkapan ikan. Mengacu pada teori tersebut maka penggunaan teknologi penangkapan ikan dapat dihubungkan dengan teori optimalisasi. Dengan mengintegrasikan teknologi modern ke dalam praktik penangkapan ikan, optimalisasi dapat dicapai melalui peningkatan efisiensi dan pengurangan biaya operasional, yang pada gilirannya membantu mencapai hasil yang optimal baik dari segi ekonomi maupun keberlanjutan stok ikan. Teknologi juga dapat membantu dalam mengurangi biaya operasional dengan mengoptimalkan rute pelayaran dan penggunaan bahan bakar. Alat navigasi modern dan sistem manajemen armada memungkinkan kapal penangkap ikan untuk mengambil rute yang paling efisien, menghindari kondisi cuaca buruk, dan memaksimalkan penggunaan bahan bakar. Dengan pengurangan biaya dan keuntungan meningkat, sehingga lebih banyak sumber daya dapat dialokasikan untuk kegiatan penangkapan yang berkelanjutan. Dengan mengintegrasikan teknologi ke dalam teori optimalisasi dan produksi perikanan, sektor perikanan dapat mencapai hasil yang lebih baik dari segi ekonomi dan keberlanjutan. Peningkatan efisiensi penangkapan, pengurangan biaya operasional, dan pengelolaan perikanan yang lebih baik memastikan bahwa praktik penangkapan ikan dapat terus berlanjut tanpa merusak sumber daya alam yang penting ini.

Teknologi penangkapan ikan dapat membantu dalam pemantauan dan pengawasan aktivitas penangkapan, memastikan kepatuhan terhadap regulasi yang ada. Sistem pemantauan berbasis satelit atau perangkat GPS pada kapal nelayan memungkinkan otoritas perikanan untuk melacak aktivitas penangkapan secara *real-time*, mendeteksi pelanggaran, dan mengambil tindakan yang diperlukan. Dengan demikian, teknologi tidak hanya meningkatkan efisiensi dan produktivitas penangkapan

ikan, tetapi juga berkontribusi pada pengelolaan sumber daya yang lebih baik, menjaga keseimbangan antara keuntungan ekonomi dan keberlanjutan ekosistem laut. Integrasi teknologi dengan pendekatan manajemen yang tepat sesuai dengan teori produksi perikanan Scott Gordon dapat memastikan bahwa sumber daya ikan tetap produktif dan berkelanjutan untuk generasi mendatang.

Dari uraian di atas dapat dipahami bahwa teori optimalisasi dari Kantorovich dan Danzig menekankan adanya peningkatan hasil penangkapan dengan mengalokasikan sumber daya penangkapan ikan secara lebih efisien dan mengurangi biaya operasional. Sedangkan teori produksi perikanan dari Scott Gordon adalah pendekatan ekonomi yang digunakan untuk menganalisis dinamika penangkapan ikan dalam jangka panjang dengan mempertimbangkan bagaimana upaya penangkapan ikan dan populasi ikan berinteraksi dan bagaimana manajemen perikanan yang optimal dapat dilakukan untuk memastikan keberlanjutan sumber daya ikan.

Selanjutnya adalah bagaimana pemanfaatan teknologi oleh nelayan kecil dan nelayan besar sangat berbeda, mencerminkan perbedaan dalam skala operasi dan akses terhadap sumber daya. Nelayan kecil sering kali menggunakan teknologi sederhana yang terjangkau, seperti GPS dasar untuk navigasi, aplikasi cuaca untuk memprediksi kondisi laut, dan jaring ikan yang ditingkatkan⁵⁰. Teknologi ini membantu nelayan mengurangi risiko dan meningkatkan efisiensi penangkapan ikan tanpa mengeluarkan biaya besar. Selain itu, penggunaan aplikasi pasar digital memungkinkan nelayan kecil menjual hasil tangkapan mereka secara langsung kepada konsumen atau pedagang, sehingga meningkatkan margin keuntungan dan memperluas jangkauan pasar mereka.

Di sisi lain, nelayan besar biasanya memiliki akses ke teknologi yang lebih canggih dan mahal. Mereka dapat menggunakan kapal dengan sistem sonar canggih untuk mendeteksi keberadaan ikan, alat otomatisasi untuk memproses hasil tangkapan, dan sistem manajemen armada berbasis satelit untuk memantau dan mengkoordinasikan aktivitas kapal di laut. Teknologi ini memungkinkan operasi penangkapan ikan yang lebih efisien dan produktif, serta mampu meminimalkan biaya operasional dalam jangka panjang. Selain itu, nelayan besar sering berinvestasi dalam penelitian dan pengembangan untuk menemukan metode penangkapan yang lebih ramah lingkungan

⁵⁰ Nelayan Indonesia susah maju²”, Sumber [Online]

dan berkelanjutan, mengingat tekanan regulasi dan tanggung jawab sosial yang lebih besar yang mereka hadapi.

Pemanfaatan teknologi perikanan tangkap saat ini oleh nelayan di Indonesia telah banyak mengalami perkembangan. Pemanfaatan teknologi-teknologi ini memungkinkan nelayan untuk mendeteksi lokasi ikan dengan lebih akurat dan mengoptimalkan waktu serta tenaga yang diperlukan dalam proses penangkapan. Kondisi pemanfaatan teknologi untuk perikanan tangkap di perairan Indonesia saat ini dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Teknologi Pemantauan Satelit

Pemanfaatan teknologi pemantauan satelit dalam perikanan di Indonesia saat ini telah memberikan dampak dalam meningkatkan efisiensi dan hasil tangkapan nelayan. Teknologi ini memungkinkan pemantauan kondisi laut secara *real-time*, termasuk suhu permukaan laut, arus, dan konsentrasi klorofil yang merupakan indikator keberadaan plankton dan ikan. Dengan informasi ini, dapat ditentukan lokasi yang potensial untuk menangkap ikan, mengurangi waktu dan biaya operasi penangkapan, serta meningkatkan hasil tangkapan secara keseluruhan. Penentuan lokasi yang potensial ini diterapkan dalam Zona Potensial Penangkapan Ikan (ZPPI) dan telah dilakukan inovasi oleh BRIN bekerja sama dengan PT Marlin dengan cara membuat suatu aplikasi yang dapat memberikan informasi secara akurat lokasi penangkapan ikan dengan memanfaatkan data dari satelit. Aplikasi yang diberi nama Navigasi Nelayan Marlin (NN MARLIN) ini juga memberikan data kondisi laut saat ini yang meliputi kondisi cuaca, tinggi gelombang laut, arah dan kecepatan angin, serta jarak lokasi penangkapan ikan terhadap kapal⁵¹.

⁵¹ ZPPI inovasi brin memudahkan nelayan saat melaut”, Sumber [Online]

Gambar 4 Infografis Aplikasi NN Marlin



Selain itu, teknologi satelit juga digunakan untuk memantau aktivitas penangkapan ikan ilegal, tidak dilaporkan, dan tidak diatur (*Illegal, Unreported, and Unregulated Fishing/IUUF*). Menteri Kelautan dan Perikanan menyatakan bahwa akan meluncurkan dan mengoperasikan sebanyak 20 nano satelit dengan bekerja sama Starlink untuk membantu kapal-kapal perikanan untuk memantau penangkapan ikan terukur di wilayah Zona Penangkapan Ikan Indonesia⁵². Dengan menggunakan citra satelit, pihak Kementerian Kelautan dan Perikanan dapat mendeteksi dan melacak kapal-kapal yang melakukan aktivitas penangkapan ikan secara ilegal. Hal ini membantu dalam pengawasan dan penegakan hukum yang lebih efektif, menjaga kelestarian sumber daya laut Indonesia, serta memastikan keberlanjutan ekosistem laut yang menjadi sumber penghidupan banyak komunitas pesisir.

Teknologi pemantauan satelit telah menjadi salah satu pemanfaatan teknologi dalam pengelolaan perikanan modern. Penggunaannya tidak hanya membantu dalam menentukan zona penangkapan ikan yang optimal, tetapi juga dalam pengawasan penangkapan ikan yang terukur. Penggunaan teknologi

⁵² Trenggono 20 nano satelit meluncur 2024 petakan aktivitas di laut”, Sumber [Online]

pemantauan satelit dalam industri perikanan tangkap dapat memberikan keuntungan sebagai berikut:

1) Pemantauan Kondisi Laut

Satelit dapat memantau berbagai parameter laut seperti suhu permukaan laut, arus, dan konsentrasi klorofil. Data ini membantu mengidentifikasi area yang berpotensi tinggi untuk penangkapan ikan. Misalnya, konsentrasi klorofil yang tinggi menunjukkan keberadaan plankton yang merupakan makanan utama bagi banyak spesies ikan, sehingga area ini cenderung kaya akan ikan.

2) Identifikasi Zona Potensial

Dengan data *real-time* yang disediakan oleh satelit, nelayan dapat mengidentifikasi zona penangkapan yang potensial dengan lebih akurat. Ini mengurangi waktu yang dihabiskan untuk mencari ikan dan meningkatkan efisiensi operasi penangkapan. Selain itu, informasi ini dapat diperbarui secara berkala, memberikan panduan yang dinamis bagi nelayan.

3) Efisiensi Rute Penangkapan

Teknologi ini memungkinkan perencanaan rute penangkapan yang lebih efisien. Nelayan dapat merencanakan perjalanan mereka berdasarkan data terbaru, mengurangi konsumsi bahan bakar dan biaya operasional lainnya. Ini juga mengurangi tekanan pada populasi ikan tertentu dengan mendistribusikan upaya penangkapan secara lebih merata.

Sedangkan implementasi dalam hal pengawasan perikanan tangkap dengan menggunakan teknologi pemantauan satelit adalah sebagai berikut:

1) Pemantauan Kapal Penangkap Ikan

Satelit dapat melacak posisi dan pergerakan kapal penangkap ikan secara *real-time*. Dengan menggunakan Sistem Identifikasi Otomatis (AIS) dan data dari *Vessel Monitoring System* (VMS), pihak berwenang dapat memantau aktivitas kapal untuk memastikan mereka beroperasi di zona yang diizinkan dan tidak melanggar aturan.

2) Deteksi Aktivitas Penangkapan Ilegal

Teknologi satelit memungkinkan deteksi aktivitas penangkapan ikan ilegal, tidak dilaporkan, dan tidak diatur (*Illegal, Unreported, and Unregulated Fishing/IUUF*). Citra satelit dan data dari AIS dapat digunakan untuk mengidentifikasi kapal-kapal yang beroperasi tanpa izin atau di area terlarang. Ini membantu dalam penegakan hukum dan pengurangan praktik penangkapan ikan ilegal.

3) Verifikasi Penangkapan

Pengawasan terukur juga mencakup verifikasi jumlah dan jenis ikan yang ditangkap. Dengan bantuan teknologi pemantauan satelit, data penangkapan dapat dicocokkan dengan laporan yang diberikan oleh nelayan. Ini membantu memastikan bahwa praktik penangkapan sesuai dengan kuota yang ditetapkan dan mendukung keberlanjutan sumber daya ikan.

Bila dihubungkan antara penggunaan teknologi pemantauan satelit dengan teori optimalisasi Kantorovich dan Dantzig serta teori produksi perikanan dari Scott Gordon, teknologi ini dapat dipilih untuk digunakan dalam mengoptimalkan hasil penangkapan ikan sekaligus menjamin pengelolaan perikanan yang berkelanjutan. Berdasarkan teori optimalisasi, teknologi pemantauan satelit dapat mengoptimalkan alokasi sumber daya penangkapan ikan dengan mengidentifikasi lokasi-lokasi dengan populasi ikan yang tinggi. Informasi ini meminimalkan waktu dan biaya perjalanan serta memaksimalkan hasil tangkapan dengan menyediakan data waktu nyata mengenai keberadaan dan kepadatan ikan. Selain itu, teknologi ini membantu menentukan rute optimal kapal dari pelabuhan ke lokasi penangkapan, sehingga mengurangi biaya bahan bakar dan waktu perjalanan.

Dalam konteks teori produksi perikanan, teknologi pemantauan satelit menekankan keseimbangan antara upaya penangkapan dan keberlanjutan stok ikan. Teknologi ini mampu mengumpulkan data tentang stok ikan, pola migrasi, dan kondisi lingkungan, yang sangat penting untuk pengelolaan perikanan yang berkelanjutan. Selain itu, teknologi ini juga dapat digunakan untuk memantau keberadaan kapal penangkap ikan ilegal dan memverifikasi kapal penangkap ikan yang sah, sehingga mendukung upaya penegakan hukum dan perlindungan

ekosistem laut. Dengan demikian, teknologi pemantauan satelit tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga memastikan praktik perikanan yang bertanggung jawab dan berkelanjutan, menjaga keberlanjutan sumber daya ikan untuk masa depan.

Teknologi pemantauan satelit bila digunakan dalam meningkatkan hasil perikanan tangkap ditinjau dari aspek strategis, memiliki potensi besar dalam meningkatkan hasil perikanan tangkap. Dengan menggunakan citra satelit, nelayan dapat mengidentifikasi lokasi perairan yang memiliki konsentrasi ikan yang tinggi, sehingga mengoptimalkan waktu dan biaya operasi penangkapan ikan. Selain itu, teknologi ini dapat memberikan informasi *real-time* mengenai kondisi cuaca dan pergerakan arus laut yang dapat membantu nelayan menghindari area berbahaya dan memaksimalkan keselamatan mereka saat beroperasi di laut. Dengan demikian, pemanfaatan teknologi satelit dapat meningkatkan efisiensi penangkapan ikan dan mengurangi risiko yang dihadapi oleh nelayan. Teknologi pemantauan satelit juga memainkan peran penting dalam pengelolaan sumber daya perikanan yang berkelanjutan. Dengan data yang akurat mengenai lokasi ikan dan ekosistem laut, pemerintah dan lembaga terkait dapat merumuskan kebijakan yang lebih efektif untuk mengatur aktivitas penangkapan ikan dan mencegah *overfishing*. Selain itu, teknologi ini memungkinkan pengawasan yang lebih ketat terhadap praktik ilegal, seperti penangkapan ikan secara ilegal dan tanpa izin, yang merugikan industri perikanan secara keseluruhan. Dengan demikian, teknologi pemantauan satelit tidak hanya meningkatkan hasil perikanan tangkap, tetapi juga mendukung keberlanjutan ekosistem laut dan kemandirian ekonomi nelayan.

Dari tinjauan implementasi kepada nelayan, teknologi pemantauan satelit memberikan manfaat dalam meningkatkan efisiensi dan efektivitas kegiatan penangkapan ikan. Dengan akses ke data satelit, nelayan dapat mengetahui lokasi kumpulan ikan secara lebih akurat, mengurangi waktu yang dihabiskan untuk mencari area penangkapan potensial. Hal ini tidak hanya menghemat bahan bakar dan biaya operasional lainnya, tetapi juga memungkinkan nelayan untuk memaksimalkan hasil tangkapan mereka dalam waktu yang lebih singkat. Selain

itu, informasi cuaca dan kondisi laut yang disediakan oleh teknologi satelit membantu nelayan dalam merencanakan perjalanan mereka dengan lebih baik, menghindari bahaya cuaca buruk, dan memastikan keselamatan selama beroperasi di laut.

Selain itu, teknologi pemantauan satelit juga memberikan keuntungan dalam hal pemantauan dan pengelolaan armada perikanan. Melalui pelacakan satelit, pemilik kapal armada perikanan dapat memantau pergerakan kapal dan memastikan bahwa mereka beroperasi sesuai dengan peraturan yang berlaku dan menghindari zona larangan. Ini juga memungkinkan respons cepat terhadap situasi darurat, seperti kerusakan kapal atau insiden kecelakaan di laut. Dengan demikian, teknologi ini tidak hanya meningkatkan hasil tangkapan tetapi juga meningkatkan pengawasan dan pengelolaan operasional perikanan, yang pada akhirnya berdampak positif terhadap keberlanjutan industri perikanan secara keseluruhan.

b. Teknologi Sonar

Teknologi Sonar yang dimaksudkan dalam pemanfaatan teknologi perikanan telah diterapkan dalam teknologi *Fishfinder*. *Fishfinder* adalah sebuah perangkat elektronik yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan ikan di bawah permukaan air. Alat ini bekerja dengan memanfaatkan teknologi sonar, yang mengirimkan gelombang suara ke dalam air dan kemudian menerima pantulan dari objek-objek di dalam air, termasuk ikan. *Fishfinder* kemudian menganalisis pantulan tersebut dan menampilkan informasi dalam bentuk gambar atau grafik pada layar, membantu nelayan menentukan lokasi ikan dengan lebih akurat. *Fishfinder* mengirimkan pulsa suara atau gelombang sonar melalui transduser yang terpasang di kapal. Ketika gelombang suara ini mengenai objek di dalam air, seperti ikan, dasar laut, atau vegetasi, sebagian dari gelombang tersebut akan dipantulkan kembali ke transduser. Transduser kemudian mengubah pantulan gelombang suara ini menjadi sinyal listrik yang dapat dianalisis oleh perangkat *fishfinder*. Berdasarkan waktu yang dibutuhkan oleh gelombang suara untuk kembali, *fishfinder* dapat menghitung jarak antara kapal dan objek yang terdeteksi. Data ini kemudian diproses untuk menghasilkan visualisasi yang menunjukkan

keberadaan dan kedalaman objek, termasuk ikan. *Fishfinder* sangat berguna bagi nelayan, baik skala kecil maupun besar, dalam meningkatkan efisiensi penangkapan ikan. Dengan informasi yang akurat mengenai lokasi ikan, nelayan dapat menghemat waktu dan bahan bakar karena tidak perlu lagi mencari ikan secara acak. Selain itu, *fishfinder* juga membantu mengurangi *overfishing* dengan memungkinkan nelayan menangkap ikan pada ukuran dan jenis yang diinginkan tanpa merusak habitat bawah laut. Alat ini menjadi salah satu teknologi penting dalam mendukung keberlanjutan dan efisiensi industri perikanan modern.

Teknologi sonar, termasuk perangkat *fishfinder*, telah menjadi salah satu teknologi yang dapat dimanfaatkan dalam perikanan tangkap modern. Teknologi ini memungkinkan nelayan untuk mendeteksi keberadaan ikan di bawah permukaan air, meningkatkan efisiensi penangkapan, dan mengurangi waktu serta biaya operasional. Berikut ini adalah keuntungan penggunaan teknologi sonar dalam perikanan tangkap:

1) Deteksi Keberadaan Ikan

Teknologi sonar, terutama *fishfinder*, memungkinkan deteksi yang akurat tentang keberadaan ikan di bawah air. *Fishfinder* menggunakan gelombang suara yang dipancarkan dan diterima kembali setelah memantul dari objek di dalam air, seperti ikan. Informasi ini ditampilkan dalam bentuk gambar atau grafik di layar, membantu nelayan menentukan lokasi yang tepat untuk menangkap ikan.

2) Peningkatan Efisiensi Operasional

Dengan informasi yang diberikan oleh *fishfinder*, nelayan dapat mengurangi waktu pencarian ikan, menghemat bahan bakar, dan meningkatkan hasil tangkapan. Teknologi ini juga membantu dalam merencanakan rute penangkapan yang lebih efektif dan efisien.

3) Reduksi *Bycatch*

Fishfinder membantu nelayan untuk menangkap jenis ikan yang diinginkan dan menghindari *bycatch*, yaitu penangkapan ikan atau hewan laut lain yang tidak diinginkan. Ini penting untuk menjaga keberlanjutan ekosistem laut dan memastikan kelestarian spesies yang terancam.

4) Pengurangan Risiko Kerusakan Lingkungan

Dengan menggunakan *fishfinder*, nelayan dapat meminimalkan dampak lingkungan negatif karena dapat menghindari daerah sensitif atau terlarang, serta mengurangi kerusakan pada habitat laut.

Bila dihubungkan dengan teori optimalisasi dan teori produksi perikanan, teknologi ini dapat dipilih untuk digunakan dalam mengoptimalkan hasil penangkapan ikan sekaligus menjamin keberlanjutan penangkapan ikan. Berdasarkan teori optimalisasi, teknologi ini dapat dengan cepat menentukan adanya kerumunan ikan, sehingga meminimalkan waktu penangkapan ikan. Data lokasi ikan yang akurat juga meminimalkan biaya bahan bakar dan tenaga kerja, karena nelayan dapat langsung menuju lokasi yang tepat tanpa harus melakukan pencarian yang panjang. Dari perspektif teori produksi perikanan, teknologi ini membantu nelayan untuk memantau kesehatan populasi ikan, mengurangi kerusakan lingkungan, dan menjaga hasil tangkapan tidak melebihi kuota penangkapan yang ditetapkan. Dengan cara ini, teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga mendukung praktik perikanan yang berkelanjutan, memastikan ketersediaan sumber daya ikan untuk masa depan.

Dari tinjauan aspek strategis, penggunaan teknologi sonar dalam perikanan tangkap dapat membawa perubahan dalam produktivitas dan efisiensi. Teknologi sonar memungkinkan nelayan untuk mendeteksi keberadaan dan konsentrasi ikan di bawah permukaan air dengan akurasi tinggi. Dengan informasi ini, nelayan dapat menentukan lokasi penangkapan yang optimal, sehingga mengurangi waktu yang dihabiskan untuk mencari ikan dan meningkatkan hasil tangkapan secara keseluruhan. Strategi ini tidak hanya mengurangi biaya operasional, seperti bahan bakar dan waktu yang dihabiskan di laut, tetapi juga memaksimalkan hasil perikanan yang dapat diperoleh dalam setiap perjalanan.

Dari perspektif pengelolaan sumber daya perikanan, teknologi sonar juga berperan dalam mendukung lingkungan laut berkelanjutan. Data yang dikumpulkan melalui sonar dapat digunakan untuk memantau populasi ikan dan kondisi ekosistem laut. Informasi ini sangat penting bagi pemerintah dan lembaga terkait untuk merumuskan kebijakan yang tepat dalam mengatur aktivitas

penangkapan ikan, mencegah *overfishing*, dan memastikan keseimbangan ekosistem laut. Selain itu, dengan teknologi sonar, nelayan dapat menghindari penangkapan ikan yang belum dewasa, sehingga membantu dalam pelestarian spesies dan memastikan ketersediaan ikan dalam jangka panjang. Dengan demikian, penggunaan teknologi sonar tidak hanya meningkatkan hasil perikanan tangkap, tetapi juga mendukung praktik perikanan yang berkelanjutan dan bertanggung jawab.

Pada tahap implementasi, teknologi sonar relatif mudah diterapkan di kalangan nelayan melalui penggunaan peralatan *fishfinder*. *Fishfinder* adalah perangkat yang dirancang untuk mendeteksi keberadaan ikan di sekitar kapal, memanfaatkan gelombang sonar yang memantul dari objek di bawah permukaan air. Pengoperasian *fishfinder* tidak memerlukan keahlian teknis yang tinggi, sehingga nelayan dari berbagai latar belakang dapat dengan cepat menguasai penggunaannya. Dengan tampilan visual yang mudah dipahami, *fishfinder* memberikan informasi mengenai lokasi dan jumlah ikan, membantu nelayan untuk mengarahkan kapal mereka ke area yang paling produktif.

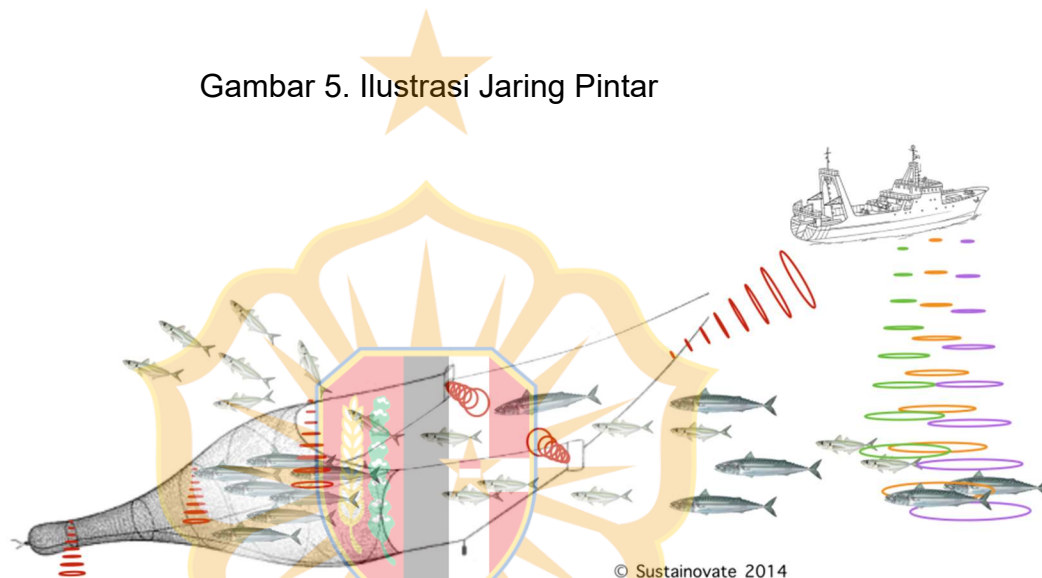
Keuntungan utama dari penggunaan *fishfinder* adalah peningkatan efisiensi operasional. Nelayan tidak lagi harus bergantung pada pengalaman dan intuisi semata untuk menemukan ikan, sehingga mengurangi waktu dan biaya yang dikeluarkan selama pencarian. Selain itu, *fishfinder* dapat membantu nelayan mengidentifikasi habitat ikan tertentu dan menghindari area yang tidak produktif atau berbahaya. Dengan informasi yang lebih akurat mengenai keberadaan ikan, nelayan dapat merencanakan dan menjalankan operasi penangkapan dengan lebih efektif, meningkatkan hasil tangkapan sekaligus mengurangi tekanan pada sumber daya perikanan. Implementasi teknologi sonar melalui *fishfinder*, merupakan langkah strategis yang sederhana namun berdampak besar bagi keberlanjutan dan produktivitas sektor perikanan.

c. Teknologi Jaring Pintar

Kondisi pemanfaatan teknologi jaring pintar belum digunakan dalam penangkapan ikan di Indonesia. Penggunaan jaring pintar di dunia perikanan masih berada pada tahap awal dan belum banyak diterapkan secara luas.

Teknologi jaring pintar ini sebenarnya memiliki potensi besar untuk mengoptimalkan bidang perikanan dan kelautan. Dengan kemampuan untuk memantau dan mengatur penangkapan ikan secara efisien, jaring pintar dapat membantu nelayan meningkatkan hasil tangkapan mereka sambil menjaga kelestarian ekosistem laut. Adopsi teknologi ini menghadapi beberapa tantangan, termasuk kurangnya pengetahuan dan pemahaman di kalangan nelayan serta keterbatasan akses terhadap teknologi canggih.

Gambar 5. Ilustrasi Jaring Pintar



Salah satu faktor yang menghambat penerapan jaring pintar adalah belum selesainya pengembangan teknologi jaring pintar, keterbatasan infrastruktur dan dukungan teknologi di daerah-daerah pesisir. Fokus dari teknologi ini adalah nelayan dapat meningkatkan produktivitas mereka dan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Selain itu, biaya awal untuk mengadopsi teknologi jaring pintar juga menjadi salah satu hambatan utama. Investasi yang dibutuhkan untuk mengakses perangkat dan sistem jaring pintar sangat tinggi.

Bila dihubungkan teknologi ini dengan teori optimalisasi dan produksi perikanan, maka dapat dianalisis sebagai berikut: Berdasarkan teori optimalisasi, cara kerja dari jaring pintar menunjukkan bahwa teknologi ini dapat mengoptimalkan penangkapan ikan dengan memilah ikan secara selektif untuk meningkatkan hasil tangkapan yang bernilai ekonomis tinggi, akan tetapi dikarenakan teknologi ini masih dalam tahap pengembangan, penerapannya pada

penangkapan ikan di Indonesia belum dapat dilakukan secara luas. Dari perspektif teori produksi perikanan, teknologi jaring pintar mendukung penangkapan ikan yang berkelanjutan dengan cara memilah ikan yang ditangkap, memastikan bahwa hanya ikan dengan ukuran dan jenis tertentu yang diambil. Ini membantu menjaga keberlanjutan stok ikan dan meminimalkan dampak negatif terhadap ekosistem laut, sehingga mendukung keberlanjutan perikanan tangkap untuk jangka panjang.

Dari tinjauan strategis, teknologi jaring pintar merupakan inovasi yang biasanya berada dalam domain investor besar di bidang perikanan. Teknologi ini memanfaatkan sensor dan sistem otomatisasi untuk meningkatkan efisiensi dan selektivitas penangkapan ikan. Dengan jaring pintar, hanya ikan dengan ukuran dan jenis tertentu yang ditangkap, sementara spesies yang tidak diinginkan atau masih terlalu muda dapat dilepaskan kembali ke laut. Hal ini tidak hanya meningkatkan hasil tangkapan yang bernilai ekonomis, tetapi juga mendukung praktik perikanan yang lebih berkelanjutan.

Implementasi teknologi jaring pintar memerlukan investasi awal yang tinggi untuk pengadaan peralatan canggih dan infrastruktur pendukungnya. Oleh karena itu, teknologi ini lebih cocok untuk perusahaan perikanan besar atau investor dengan sumber daya finansial yang kuat. Keuntungan strategis dari penggunaan jaring pintar meliputi peningkatan efisiensi operasional, pengurangan *bycatch* (tangkapan sampingan yang tidak diinginkan), dan kepatuhan terhadap regulasi lingkungan yang semakin ketat. Dengan meminimalkan dampak negatif terhadap ekosistem laut dan meningkatkan kualitas hasil tangkapan, perusahaan perikanan besar dapat mempertahankan keberlanjutan bisnis mereka dalam jangka panjang dan mendapatkan keuntungan kompetitif di pasar global.

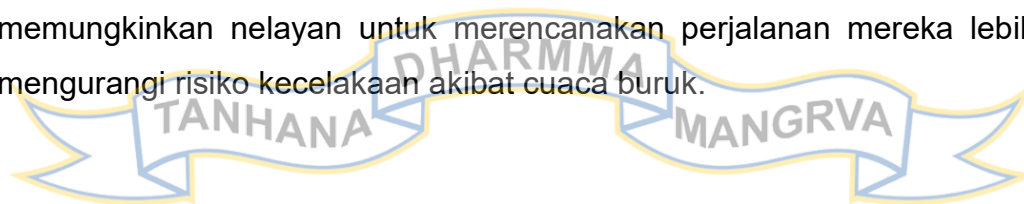
Selain itu, investasi dalam teknologi jaring pintar juga dapat membuka peluang untuk kemitraan dengan pemerintah dan lembaga konservasi. Dengan mendukung inisiatif perikanan berkelanjutan, perusahaan dapat meningkatkan reputasi mereka di mata konsumen yang semakin peduli terhadap isu lingkungan. Strategi ini tidak hanya mengamankan pasokan ikan berkualitas tinggi, tetapi juga berkontribusi pada upaya global untuk melindungi ekosistem laut dan menjaga

keseimbangan biodiversitas. Dengan demikian, meskipun membutuhkan investasi yang besar, teknologi jaring pintar menawarkan manfaat strategis bagi investor besar di sektor perikanan.

d. Teknologi Pemantauan Cuaca

Teknologi pemantauan cuaca juga dapat digunakan dalam mendukung industri perikanan tangkap di Indonesia. Negara kepulauan ini memiliki perairan yang luas dengan keanekaragaman hayati laut yang tinggi, akan tetapi karena kondisi cuaca yang tidak menentu sering kali menjadi tantangan bagi nelayan tradisional. Teknologi pemantauan cuaca, seperti satelit cuaca, radar, dan stasiun pemantau cuaca, memungkinkan nelayan mendapatkan informasi cuaca terkini dan prediksi cuaca, sehingga mereka dapat merencanakan aktivitas penangkapan ikan dengan lebih baik dan aman.

Aplikasi yang di buat oleh KKP bekerja sama dengan Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) yaitu Aplikasi Nelayan Pintar merupakan contoh teknologi yang memanfaatkan penggunaan satelit cuaca yang dapat memantau kondisi atmosfer dan lautan secara *real-time*. Data dari satelit ini, seperti gambar awan, suhu permukaan laut, dan pola angin, dapat diakses oleh nelayan melalui aplikasi atau platform khusus. Informasi ini membantu nelayan menghindari daerah berbahaya dan menentukan lokasi penangkapan ikan yang potensial. Selain itu, prediksi cuaca jangka pendek dan jangka panjang memungkinkan nelayan untuk merencanakan perjalanan mereka lebih efektif, mengurangi risiko kecelakaan akibat cuaca buruk.



Gambar 6. Infografis Aplikasi Nelayan Pintar



Teknologi pemantauan cuaca bila dihubungkan dengan teori optimalisasi Kantorovich dan teori produksi perikanan Scott Gordon dapat diuraikan sebagai berikut. Berdasarkan teori optimalisasi, data cuaca yang dikumpulkan oleh teknologi pemantauan cuaca dapat digunakan untuk menentukan waktu yang aman untuk menangkap ikan. Ini memberikan faktor keamanan bagi para nelayan, membantu mereka menghindari cuaca buruk yang dapat menimbulkan kerugian pada kapal dan peralatan. Dengan informasi cuaca yang akurat, nelayan dapat merencanakan operasi penangkapan dengan lebih baik, mengurangi risiko kecelakaan dan kerusakan, serta memaksimalkan waktu produktif di laut.

Dalam konteks teori produksi perikanan, data dari teknologi pemantauan cuaca dapat membantu nelayan dalam merencanakan musim tangkap yang tidak mengganggu regenerasi populasi ikan. Dengan memahami pola cuaca dan kondisi laut, nelayan dapat memilih waktu penangkapan yang tidak bertepatan dengan periode penting dalam siklus hidup ikan, seperti musim pemijahan. Ini memungkinkan pengelolaan stok ikan yang lebih berkelanjutan, menjaga keseimbangan ekosistem laut, dan memastikan bahwa populasi ikan dapat pulih dan berkembang biak dengan baik. Dengan demikian, teknologi pemantauan

cuaca tidak hanya meningkatkan keselamatan dan efisiensi operasional tetapi juga mendukung praktik perikanan yang berkelanjutan dan bertanggung jawab.

e. Teknologi Pemanfaatan Data Hidro-Oseanografi

Pemanfaatan Data Hidro-Oseanografi saat ini belum dilakukan secara optimal pada perikanan tangkap di Indonesia. Data hidro-oseanografi, yang mencakup informasi tentang arus laut, suhu permukaan air, salinitas, dan kondisi fisik lainnya, sangat penting untuk menentukan lokasi dan waktu yang tepat untuk menangkap ikan. Di negara-negara maju, penggunaan data ini telah terbukti meningkatkan efisiensi dan hasil tangkapan nelayan. Kondisinya di Indonesia, meskipun data tersebut tersedia di Lembaga Hidrografi Nasional (Pushidrosal), implementasinya dalam kegiatan perikanan tangkap masih terbatas⁵³. Selain itu, infrastruktur teknologi dan kemampuan untuk mengolah serta menginterpretasikan data tersebut masih minim. Hal ini mengakibatkan data yang berharga tersebut tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk meningkatkan hasil tangkapan dan menjaga keberlanjutan sumber daya laut. Pengembangan aplikasi berbasis teknologi yang dapat membantu nelayan menginterpretasikan data secara praktis dan mudah digunakan juga sangat penting. Dengan demikian, nelayan Indonesia dapat memanfaatkan teknologi ini untuk meningkatkan efisiensi penangkapan ikan dan menjaga keseimbangan ekosistem laut.

Kondisi ini bila dianalisis menggunakan teori optimalisasi dan teori produksi dapat disampaikan sebagai berikut. Berdasarkan teori optimalisasi, pemanfaatan data hidro-oseanografi akan mempunyai dampak positif pada bidang perikanan. Lokasi penangkapan ikan dapat diramalkan dengan lebih akurat berdasarkan hasil analisis terhadap data hidro-oseanografi, seperti suhu air, salinitas, dan arus laut. Informasi ini memungkinkan nelayan untuk mengarahkan upaya penangkapan mereka ke area dengan potensi hasil tangkapan yang lebih tinggi, sehingga mengoptimalkan penggunaan waktu dan sumber daya.

Dalam konteks teori produksi perikanan, pengelolaan perikanan berkelanjutan dapat dilakukan dengan lebih efektif berdasarkan pemanfaatan data

⁵³ Soesilo, Indroyono, Laut Indonesia: Teknologi dan Pemanfaatannya, Jakarta Lispi, 2003. Hal 19

hidro-oseanografi. Data-data yang lebih lengkap dan akurat memberikan gambaran yang lebih jelas tentang kondisi ekosistem laut dan stok ikan. Hal ini memungkinkan pengambil keputusan untuk merumuskan kebijakan yang mendukung keberlanjutan sumber daya ikan, seperti menentukan kuota tangkapan yang sesuai dan menetapkan zona perlindungan laut. Dengan demikian, pemanfaatan data hidro-oseanografi tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional nelayan tetapi juga mendukung pengelolaan perikanan yang berkelanjutan dan bertanggung jawab, menjaga keseimbangan ekosistem laut untuk generasi mendatang.

Analisis strategis pada kondisi pemanfaatan data hidro-oseanografi menunjukkan bahwa data ini dapat memberikan informasi kondisi laut yang lebih akurat dan lebih lengkap. Data hidro-oseanografi meliputi berbagai parameter penting seperti suhu air, salinitas, arus laut, dan kedalaman. Informasi ini sangat berguna bagi sektor perikanan, pelayaran, dan pengelolaan sumber daya laut. Dengan memanfaatkan data yang akurat dan komprehensif, nelayan dapat menentukan lokasi penangkapan ikan yang optimal dan dapat merencanakan rute yang lebih aman dan efisien. Hal ini tidak hanya meningkatkan produktivitas dan efisiensi operasional tetapi juga mengurangi risiko yang dihadapi di laut.

Selain itu, data hidro-oseanografi juga dapat digunakan dalam penelitian ilmiah dan konservasi laut. Peneliti dapat menggunakan data ini untuk mempelajari perubahan iklim, ekosistem laut, dan pola migrasi spesies laut. Pemahaman kondisi lingkungan laut memungkinkan pengembangan kebijakan yang lebih efektif untuk melindungi dan melestarikan ekosistem laut. Misalnya, data tersebut dapat membantu dalam identifikasi area perlindungan laut yang kritis dan dalam pengelolaan penangkapan ikan yang berkelanjutan. Analisis perubahan iklim dan peningkatan aktivitas manusia di laut dengan memanfaatkan data hidro-oseanografi juga dapat dilakukan. Data yang lebih akurat dan lengkap memungkinkan deteksi dini perubahan kondisi laut yang dapat berdampak pada ekonomi dan ekologi. Pemerintah sebagai pembuat kebijakan dapat menggunakan data ini untuk membuat keputusan yang lebih tepat mengenai mitigasi bencana, adaptasi perubahan iklim, dan perlindungan lingkungan.

Integrasi data hidro-oseanografi dalam strategi pengelolaan laut tidak hanya memperkuat kemampuan untuk menghadapi tantangan saat ini tetapi juga memastikan keberlanjutan sumber daya laut untuk generasi mendatang.

f. Teknologi Drone

Teknologi drone pada penangkapan ikan saat ini pada umumnya digunakan untuk melaksanakan pemantauan, meskipun dapat juga digunakan untuk melakukan pencarian lokasi penangkapan ikan namun hasilnya akan kurang efektif. Drone dapat menyediakan perspektif udara yang luas dan detail mengenai kondisi laut, kapal nelayan, dan aktivitas penangkapan ikan. Fungsi utama dari penggunaan drone ini adalah untuk mengawasi dan memastikan kepatuhan terhadap peraturan perikanan, mencegah penangkapan ikan ilegal, dan memantau keberadaan kapal-kapal di laut. Dengan kemampuan ini, drone menjadi alat yang sangat efektif dalam meningkatkan pengawasan dan manajemen perikanan.

Meskipun drone dapat digunakan untuk melakukan pencarian lokasi penangkapan ikan, hasilnya sering kali kurang efektif. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan drone dalam mendeteksi keberadaan ikan di bawah permukaan air. Teknologi drone biasanya dilengkapi dengan kamera dan sensor visual yang mampu mendeteksi aktivitas di permukaan air, tetapi tidak cukup efektif untuk mengidentifikasi keberadaan ikan secara akurat di kedalaman laut yang lebih dalam. Selain itu, faktor cuaca dan kondisi lingkungan laut yang dinamis juga dapat mempengaruhi kinerja drone dalam pencarian lokasi penangkapan ikan.

Untuk meningkatkan efektivitas pencarian lokasi penangkapan ikan, teknologi drone perlu dikombinasikan dengan alat lain seperti sonar dan data hidro-oseanografi. Sonar dapat memberikan informasi yang lebih akurat mengenai keberadaan ikan di bawah permukaan air, sementara data hidro-oseanografi dapat membantu mengidentifikasi kondisi lingkungan yang optimal untuk menentukan lokasi yang potensial untuk penangkapan ikan. Dengan kombinasi teknologi ini, pencarian lokasi penangkapan ikan dapat menjadi lebih efektif dan efisien, membantu nelayan dalam meningkatkan hasil tangkapan mereka.

Bila dianalisis dengan menggunakan teori optimalisasi dan teori produksi, teknologi drone dapat diuraikan sebagai berikut. Berdasarkan teori optimalisasi, teknologi drone dapat mengoptimalkan operasi penangkapan ikan dengan menyediakan data mengenai lokasi gerombolan ikan dan kondisi laut. Drone yang dilengkapi dengan sensor dan kamera canggih dapat memetakan area perairan secara cepat dan akurat, mengidentifikasi wilayah dengan konsentrasi ikan yang tinggi. Ini memungkinkan nelayan untuk mengarahkan kapal mereka langsung ke lokasi-lokasi yang paling produktif, mengurangi waktu dan biaya pencarian. Selain itu, drone dapat digunakan untuk memantau kondisi cuaca dan arus laut, memberikan informasi penting untuk perencanaan rute yang optimal dan meningkatkan keselamatan operasional. Dengan demikian, pemanfaatan teknologi drone dalam perikanan tangkap dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas penangkapan ikan, memaksimalkan hasil tangkapan, dan mengurangi biaya operasional.

Dari perspektif teori produksi, teknologi drone juga mendukung pengelolaan perikanan yang berkelanjutan dengan memberikan data yang lebih lengkap dan akurat mengenai ekosistem laut dan populasi ikan. Drone dapat digunakan untuk melakukan survei lingkungan secara berkala, memantau kesehatan terumbu karang, vegetasi laut, dan kondisi habitat ikan lainnya. Data ini penting untuk menilai dampak aktivitas penangkapan ikan terhadap ekosistem dan membantu dalam pengambilan keputusan yang mendukung keberlanjutan. Selain itu, drone dapat digunakan untuk memantau aktivitas penangkapan ikan ilegal, tidak dilaporkan, dan tidak diatur (IUU *fishing*), sehingga membantu dalam penegakan hukum dan perlindungan sumber daya ikan. Dengan teknologi drone, otoritas perikanan dan nelayan dapat mengimplementasikan praktik-praktik perikanan yang lebih bertanggung jawab, menjaga keseimbangan ekosistem, dan memastikan kelestarian sumber daya ikan untuk masa depan.

Penggunaan teknologi drone dalam industri perikanan menawarkan berbagai keuntungan strategis. Berdasarkan teori optimalisasi, drone dapat mengidentifikasi lokasi gerombolan ikan dengan akurasi tinggi melalui pemetaan cepat dan analisis data waktu nyata. Ini memungkinkan nelayan untuk

memaksimalkan hasil tangkapan dengan efisiensi yang lebih besar, mengurangi waktu pencarian dan biaya operasional seperti bahan bakar dan tenaga kerja. Selain itu, teknologi ini dapat membantu dalam pemantauan kondisi cuaca dan arus laut, meningkatkan keselamatan dan perencanaan rute optimal bagi kapal nelayan. Dengan drone, pengelolaan sumber daya perikanan dapat lebih tepat sasaran, mendukung keberlanjutan dan produktivitas sektor perikanan.

Dari perspektif teori produksi, drone berkontribusi pada pengelolaan perikanan yang berkelanjutan dengan menyediakan data ekosistem laut yang lebih lengkap dan akurat. Teknologi ini dapat melakukan survei rutin untuk memantau kesehatan terumbu karang, vegetasi laut, dan habitat ikan lainnya, yang sangat penting untuk menilai dampak kegiatan penangkapan ikan terhadap lingkungan. Data ini juga mendukung penegakan hukum dengan memantau aktivitas penangkapan ikan ilegal, tidak dilaporkan, dan tidak diatur (IUU fishing). Dengan demikian, drone membantu otoritas perikanan dalam mengimplementasikan kebijakan yang mendukung keberlanjutan stok ikan, melindungi ekosistem laut, dan memastikan keseimbangan ekologi jangka panjang.

Implementasi teknologi drone dalam industri perikanan memerlukan beberapa langkah penting untuk memastikan efektivitas dan efisiensi. Pertama, pelatihan bagi nelayan dan operator drone sangat penting agar mereka dapat menggunakan teknologi ini dengan maksimal. Ini termasuk pemahaman tentang pengoperasian drone, interpretasi data, dan respons terhadap informasi waktu nyata yang diperoleh. Kedua, investasi awal dalam pembelian drone dan sensor canggih mungkin cukup besar, tetapi biaya ini dapat diimbangi dengan peningkatan hasil tangkapan dan pengurangan biaya operasional jangka panjang.

Selain itu, diperlukan kerja sama antara pemerintah, lembaga penelitian, dan komunitas nelayan untuk mengembangkan dan mengadaptasi teknologi ini sesuai dengan kondisi lokal. Pemerintah dapat memainkan peran kunci dalam menyediakan dukungan finansial dan regulasi yang mendukung adopsi teknologi drone. Implementasi juga harus mencakup sistem pemantauan dan evaluasi berkelanjutan untuk mengukur efektivitas teknologi ini dalam meningkatkan hasil

tangkapan dan menjaga keberlanjutan ekosistem laut. Dengan pendekatan yang terintegrasi dan partisipatif, teknologi drone dapat menjadi alat yang sangat efektif dalam mengoptimalkan produksi perikanan dan memastikan keberlanjutan industri ini di masa depan.

g. Teknologi Kamera Bawah Air

Teknologi kamera bawah air pada penangkapan ikan masih belum banyak diterapkan di Indonesia. Saat ini, penggunaan kamera bawah air lebih banyak digunakan dalam olahraga memancing, di mana kamera bawah air membantu pemancing melihat aktivitas ikan di sekitar umpan. Penggunaan ini memungkinkan para pemancing untuk meningkatkan peluang mereka untuk menangkap ikan dan memberikan pengalaman visual yang menarik di bawah permukaan air. Penggunaan kamera bawah air untuk mengetahui keberadaan gerombolan ikan dalam skala komersial masih kurang efektif. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan jarak pandang kamera di bawah air, yang membuatnya sulit untuk mendeteksi ikan dalam jumlah besar atau di area yang luas. Selain itu, faktor-faktor seperti kualitas air, kekeruhan air, dan pencahayaan juga mempengaruhi efektivitas kamera ini. Dalam kondisi air yang keruh atau kurang pencahayaan, kemampuan kamera untuk memberikan gambar yang jelas dan akurat menjadi sangat terbatas, sehingga mengurangi keandalannya sebagai alat penunjang dalam operasi penangkapan ikan.

Penggunaan wahana bawah air yang dipasang kamera memerlukan investasi yang sangat besar. Biaya tinggi untuk perangkat ini, termasuk pembelian, pemeliharaan, dan pelatihan penggunaannya, membuatnya kurang terjangkau bagi nelayan dan industri perikanan di Indonesia. Akibatnya, teknologi ini belum menjadi pilihan praktis untuk operasional perikanan, terutama bagi usaha kecil dan menengah yang membutuhkan solusi yang lebih ekonomis. Hanya Meskipun demikian, dengan perkembangan teknologi yang terus berlanjut dan kemungkinan penurunan biaya di masa depan, ada potensi bahwa kamera bawah air dan wahana yang dilengkapi dengan teknologi ini dapat menjadi lebih mudah digunakan dalam industri perikanan. Investasi dalam penelitian dan pengembangan teknologi ini, serta upaya untuk membuatnya lebih terjangkau dan

efektif, dapat membuka jalan bagi penggunaan teknologi yang lebih luas di masa depan.

Berdasarkan kondisi pemanfaatan teknologi kamera bawah air di atas apabila dihubungkan dengan teori optimalisasi dan teori produksi maka dapat dianalisis bahwa teknologi ini dapat digunakan untuk mengoptimalkan hasil perikanan tangkap untuk digunakan pada nelayan besar dengan modal yang besar namun bila digunakan untuk nelayan kecil maka akan banyak terdapat hambatan. Teknologi ini dapat pula digunakan untuk mengurangi risiko perusakan alam karena dapat digunakan untuk mendeteksi langsung ikan yang menjadi sasaran penangkapan dan memantau lingkungan laut untuk dijaga kelestariannya, teknologi ini juga dapat efektif bila digunakan pada nelayan besar dengan modal yang besar.

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa teknologi ini secara strategis lebih cocok digunakan oleh nelayan besar. Hal ini disebabkan oleh skala operasi mereka yang lebih luas dan kemampuan finansial yang lebih besar untuk mengadopsi dan memanfaatkan teknologi ini secara optimal. Selain itu, nelayan besar juga memiliki sumber daya yang lebih memadai untuk mengatasi berbagai tantangan teknis dan operasional yang mungkin timbul dalam proses implementasi teknologi tersebut. Dengan demikian, penggunaan teknologi ini di kalangan nelayan besar dapat meningkatkan efisiensi operasional, produktivitas, dan daya saing mereka di pasar.

Sebaliknya, untuk nelayan kecil, penerapan teknologi ini menjadi kurang efektif dan cenderung menghadapi banyak hambatan. Kendala utama yang dihadapi oleh nelayan kecil mencakup keterbatasan finansial, kurangnya akses terhadap pelatihan teknis, dan keterbatasan infrastruktur pendukung. Faktor-faktor ini membuat nelayan kecil sulit untuk mengadopsi teknologi secara menyeluruh dan efisien. Selain itu, skala operasi yang lebih kecil juga berarti bahwa manfaat potensial dari teknologi tersebut mungkin tidak sebanding dengan biaya dan usaha yang diperlukan untuk implementasinya. Oleh karena itu strategi implementasi teknologi ini perlu disesuaikan dengan mempertimbangkan karakteristik dan kebutuhan spesifik dari nelayan besar dan kecil.

h. Teknologi Pengolahan Hasil Tangkapan

Pemanfaatan teknologi pengolahan hasil tangkapan dalam industri perikanan telah mengalami perkembangan yang signifikan dalam beberapa dekade terakhir. Teknologi modern memungkinkan peningkatan efisiensi dan kualitas produk perikanan, mulai dari penangkapan hingga distribusi. Proses seperti pembekuan, pengeringan, dan pengalengan telah meningkatkan daya tahan dan kualitas produk perikanan. Selain itu, teknologi ini tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional tetapi juga memperluas pasar untuk produk perikanan.

Di sisi lain, teknologi pengolahan yang lebih canggih juga memberikan dampak positif terhadap keberlanjutan dan manajemen sumber daya perikanan. Dengan menggunakan sistem pengolahan yang lebih efisien, limbah produksi dapat dikurangi secara signifikan, dan produk sampingan dapat diolah menjadi barang bernilai tambah seperti pakan ikan, pupuk organik, atau produk kecantikan. Teknologi pengolahan berbasis bioekonomi ini memastikan bahwa setiap bagian dari tangkapan ikan dapat dimanfaatkan secara optimal, mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan laut, dan mendukung prinsip-prinsip ekonomi. Hal ini juga membantu dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut dengan meminimalkan eksploitasi berlebihan.

Adopsi teknologi pengolahan hasil tangkapan masih menghadapi beberapa tantangan, terutama di kalangan masyarakat nelayan kecil. Pemanfaatan teknologi pengolahan hasil tangkapan oleh nelayan kecil di Indonesia masih tergolong rendah. Kebanyakan nelayan kecil di Indonesia masih menggunakan metode tradisional dalam menangkap dan mengolah hasil tangkapan mereka. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk keterbatasan akses terhadap teknologi modern, biaya yang tinggi, dan kurangnya pelatihan atau pendidikan mengenai teknologi pengolahan yang lebih efisien. Ukuran kapal nelayan kecil yang biasanya di bawah 10 GT menjadi kendala utama karena kapal tersebut tidak dapat dipasang teknologi pendinginan yang memadai. Ini membatasi kemampuan nelayan untuk mempertahankan kesegaran ikan selama perjalanan menuju tempat pelelangan ikan. Akibatnya, hasil tangkapan sering kali tidak bisa disimpan

dalam jangka waktu yang lama, sehingga kualitasnya menurun dan nilai jualnya rendah.

Terdapat beberapa inisiatif dan program yang mulai diperkenalkan untuk meningkatkan pemanfaatan teknologi di kalangan nelayan kecil. Pemerintah, melalui Kementerian Kelautan dan Perikanan, serta berbagai organisasi non-pemerintah telah mengadakan pelatihan dan menyediakan bantuan peralatan pengolahan hasil tangkapan. Teknologi seperti mesin pendingin, alat pengering, dan teknik pengemasan vakum telah diperkenalkan untuk membantu nelayan kecil dalam meningkatkan kualitas dan daya simpan produk mereka. Meski demikian, adopsi teknologi ini masih menghadapi berbagai tantangan, termasuk keterbatasan infrastruktur dan kurangnya dukungan finansial.

Pemanfaatan teknologi pengolahan hasil tangkapan oleh nelayan kecil di Indonesia berpotensi untuk terus berkembang. Peningkatan akses terhadap informasi dan teknologi melalui internet serta program-program bantuan yang lebih terarah dapat membantu mengatasi hambatan yang ada. Kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, dan komunitas nelayan diperlukan untuk menciptakan solusi yang berkelanjutan dan mendukung kesejahteraan nelayan kecil. Dengan demikian, diharapkan pemanfaatan teknologi ini tidak hanya meningkatkan kualitas produk perikanan, tetapi juga kesejahteraan ekonomi nelayan kecil di Indonesia.

Kendala seperti biaya investasi yang tinggi, kurangnya akses ke teknologi canggih, dan keterbatasan infrastruktur menjadi penghambat utama. Selain itu, diperlukan pelatihan dan peningkatan kapasitas bagi para nelayan dan pekerja pengolahan agar mereka dapat mengoperasikan teknologi baru ini dengan efektif. Pemerintah dan sektor swasta perlu bekerja sama untuk menyediakan dukungan finansial dan teknis, serta membangun infrastruktur yang memadai. Dengan mengatasi tantangan ini, industri perikanan dapat memanfaatkan sepenuhnya teknologi pengolahan hasil tangkapan untuk meningkatkan produktivitas, keberlanjutan, dan daya saing di pasar global.

Berdasarkan kondisi yang telah diuraikan di atas dan dihubungkan dengan teori optimalisasi dan teori produksi maka dapat dianalisis bahwa penggunaan

teknologi pengolahan hasil tangkapan dapat diterapkan untuk meningkatkan hasil perikanan tangkap di mana teknologi ini berfungsi untuk meningkatkan harga jual hasil tangkapan yang semakin meningkat bila dibandingkan dengan harga jual bila tidak menggunakan teknologi ini. Hasil tangkap yang dapat dipertahankan kualitasnya tentu akan berbeda dengan hasil tangkap yang tidak diolah terlebih dahulu.

Berdasarkan analisis ini, secara strategis teknologi pendingin yang praktis dapat digunakan untuk meningkatkan hasil perikanan tangkap. Teknologi pendingin ini dapat diterapkan baik pada nelayan besar maupun kecil, dengan penyesuaian berdasarkan ukuran kapal yang digunakan untuk menangkap ikan. Kapal yang lebih besar memiliki ruang dan kapasitas yang memadai untuk pemasangan teknologi pendingin canggih, sehingga hasil tangkapan dapat disimpan dalam kondisi optimal dan meningkatkan kualitas serta daya jual ikan yang tinggi. Nelayan besar, dengan modal yang lebih besar, dapat dengan mudah mengadopsi teknologi ini untuk meningkatkan efisiensi operasional dan menjaga kualitas hasil tangkapan dari laut hingga ke pasar.

Nelayan kecil dapat mengatasi keterbatasan ukuran kapal dengan bergabung dalam suatu badan usaha koperasi. Melalui koperasi, nelayan kecil dapat mengumpulkan sumber daya dan modal untuk mengganti atau meningkatkan ukuran kapal mereka, sehingga memenuhi persyaratan minimal untuk pemasangan teknologi pendingin yang praktis. Dengan teknologi ini, hasil tangkapan nelayan kecil dapat diolah dan disimpan lebih baik, mempertahankan kualitasnya hingga tiba di pasar. Selain itu, dengan menjaga kualitas hasil tangkapan, nelayan kecil dapat mendapatkan hasil jual yang lebih tinggi, meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan mereka. Oleh karena itu, pendekatan kolektif ini tidak hanya memungkinkan nelayan kecil untuk mengadopsi teknologi pendingin, tetapi juga meningkatkan daya saing mereka dalam industri perikanan.

Dari uraian di atas dapat dianalisis teknologi yang tepat untuk digunakan dalam meningkatkan hasil perikanan tangkap di perairan Indonesia berdasarkan analisis yang telah dilakukan di atas adalah sebagai berikut:

a. Teknologi Pemantauan Satelit.

Teknologi pemantauan satelit ini dipilih sebagai teknologi yang tepat untuk digunakan dalam meningkatkan hasil perikanan tangkap dengan alasan bahwa teknologi ini telah diterapkan sebagai salah satu solusi untuk nelayan Indonesia, terutama nelayan kecil yang dengan teknologi ini dapat meningkatkan hasil tangkapan ikannya. Dengan aplikasi seperti NN Marlin, teknologi ini memberikan berbagai informasi penting yang membantu nelayan dalam proses penangkapan ikan. Informasi tersebut antara lain prakiraan cuaca yang membantu nelayan mempersiapkan diri terhadap kondisi cuaca yang mungkin dihadapi selama berada di laut. Data selanjutnya adalah tinggi gelombang laut penting untuk keselamatan dan kenyamanan selama berlayar. Informasi arah dan kecepatan angin berguna untuk navigasi dan strategi penangkapan ikan. Informasi selanjutnya adalah posisi Zona Potensial Penangkapan Ikan yang menunjukkan lokasi-lokasi yang memiliki potensi tinggi untuk mendapatkan hasil tangkapan ikan. Implementasi teknologi pemantauan satelit melalui aplikasi NN Marlin memberikan manfaat antara lain nelayan dapat meningkatkan hasil tangkapan mereka. Nelayan dapat menghindari pemborosan bahan bakar dan waktu yang dihabiskan untuk mencari lokasi penangkapan. Informasi mengenai kondisi cuaca dan laut juga dapat membantu nelayan menghindari situasi berbahaya. Dengan penangkapan yang lebih efisien, praktik *overfishing* dapat dikurangi sehingga dapat mendukung keberlanjutan sumber daya ikan.

b. Teknologi Sonar

Teknologi ini dipilih karena telah banyak tersedia di pasaran sehingga akan mudah didapatkan oleh nelayan. Teknologi ini diadaptasi ke dalam berbagai alat dan perangkat, salah satunya adalah *fishfinder*. alat ini dirancang khusus untuk mendeteksi keberadaan ikan di sekitar perahu nelayan, sehingga mempermudah pekerjaan mereka dalam mencari lokasi gerombolan ikan. Beberapa manfaat yang didapat adalah nelayan dapat dengan mudah menemukan gerombolan ikan tanpa harus mengandalkan pengalaman atau keberuntungan semata. Ini membuat proses pencarian ikan menjadi lebih efisien dan efektif. Nelayan juga dapat menghemat waktu dan biaya operasional karena tidak perlu lagi berlayar ke

banyak lokasi berbeda untuk mencari ikan. Nelayan bisa langsung menangkap ikan begitu daerah terdekat terdeteksi memiliki banyak ikan. *Fishfinder* tidak hanya mendeteksi ikan, tetapi juga bisa memberikan informasi tentang kedalaman air dan kondisi dasar laut, sehingga membantu nelayan menghindari bahaya seperti karang atau bangkai kapal yang terendam. Penggunaan teknologi sonar dalam *fishfinder* akan membawa perubahan dalam industri perikanan. Alat ini tidak hanya dapat digunakan oleh nelayan besar namun dapat juga diterapkan pada nelayan kecil. Alat ini tidak hanya meningkatkan efisiensi dan hasil tangkapan nelayan, tetapi juga berkontribusi pada praktik perikanan yang lebih berkelanjutan.

c. Teknologi Pemantauan Cuaca

Teknologi ini sudah diterapkan dalam aplikasi yang bernama Aplikasi Nelayan Pintar yang dikeluarkan oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan. Aplikasi ini dapat memberikan informasi kondisi cuaca, kondisi kesuburan perairan, penentuan daerah penangkapan ikan dan informasi lainnya yang dapat membantu nelayan untuk meningkatkan efisiensi dan hasil tangkapan ikan. Untuk meningkatkan efisiensi dan hasil tangkapan ikan, teknologi pemantauan cuaca dipilih sebagai solusi yang tepat. Aplikasi ini merupakan penerapan hasil mengumpulkan data atmosfer dari berbagai sumber, seperti satelit, radar, stasiun cuaca, dan sensor yang ditempatkan di laut. Data ini kemudian dianalisis untuk memberikan prakiraan cuaca yang akurat dan informasi tentang kondisi lingkungan laut. Informasi ini penting bagi nelayan untuk merencanakan kegiatan penangkapan ikan secara nyaman dan aman sehingga tidak membahayakan kapal dan nelayan itu sendiri. Aplikasi Nelayan Pintar memberikan berbagai manfaat bagi nelayan antara lain adalah peningkatan hasil tangkapan berdasarkan informasi yang akurat mengenai lokasi ikan, membantu nelayan menghindari pemborosan bahan bakar dan waktu yang dihabiskan untuk mencari lokasi penangkapan, menghindari situasi berbahaya dan dapat mendukung keberlanjutan sumber daya ikan. Hal ini tidak hanya dapat diterapkan pada nelayan besar namun juga dapat diterapkan pada nelayan kecil.

d. Teknologi Pemanfaatan Data Hidro-oseanografi

Salah satu teknologi yang dipilih untuk meningkatkan hasil perikanan tangkap adalah pemanfaatan data hidro-oseanografi. Meskipun saat ini teknologi ini belum sepenuhnya diterapkan, potensinya untuk meningkatkan hasil perikanan tangkap sangat besar. Data hidro-oseanografi dapat digabungkan dengan data dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG) serta data dari Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) sehingga akan memberikan informasi yang lebih lengkap dan akurat melalui aplikasi Nelayan Pintar yang digagas oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan dan juga aplikasi NN Marlin. Data hidro-oseanografi meliputi informasi mengenai karakteristik fisik dan dinamika perairan laut, seperti suhu permukaan laut, salinitas, arus laut, kedalaman, dan struktur dasar laut. Data ini dikumpulkan melalui kegiatan survei yang menggunakan sensor yang ditempatkan di laut, satelit, dan kapal survei. Analisis data ini dapat memberikan pemahaman yang lebih baik tentang kondisi laut yang mempengaruhi distribusi dan perilaku ikan.

Aplikasi Nelayan Pintar, yang saat ini menggunakan data dari BMKG, dapat ditingkatkan kemampuannya dengan mengintegrasikan data hidro-oseanografi. Penggabungan data dari BMKG dengan data hidro-oseanografi dapat memberikan prakiraan cuaca dan kondisi laut yang lebih komprehensif, termasuk suhu permukaan laut, arus laut, dan kondisi gelombang. Informasi ini sangat penting untuk merencanakan aktivitas penangkapan ikan. Dengan menggunakan data hidro-oseanografi, aplikasi dapat mengidentifikasi daerah dengan kondisi lingkungan yang mendukung keberadaan ikan. Misalnya, suhu dan arus laut tertentu dapat menunjukkan lokasi yang potensial untuk penangkapan ikan. Informasi yang lebih lengkap mengenai kedalaman, kondisi laut dan cuaca membantu nelayan menghindari area berbahaya dan memilih rute yang lebih aman. Nelayan dapat menghemat waktu dan bahan bakar dengan langsung menuju ke lokasi yang potensial untuk penangkapan ikan sehingga dapat mengurangi biaya operasional. Dengan menggabungkan data ini dengan informasi dari BMKG dalam Aplikasi Nelayan Pintar, kemampuan dan keakuratan informasi yang disampaikan kepada nelayan dapat ditingkatkan secara signifikan.

Ini tidak hanya akan membantu nelayan dalam meningkatkan efisiensi dan hasil tangkapan mereka tetapi juga mendukung keselamatan dan keberlanjutan praktik perikanan.

14. Permasalahan Yang Dihadapi Dalam Pemanfaatan Teknologi Perikanan Tangkap.

Industri perikanan tangkap di Indonesia merupakan sektor penting bagi perekonomian negara, menyumbang pendapatan nasional dan menyediakan mata pencaharian bagi jutaan penduduk. Pada kenyataannya sektor ini menghadapi berbagai tantangan yang perlu diatasi untuk meningkatkan efisiensi, produktivitas, dan keberlanjutan. Salah satu cara untuk mencapai tujuan ini adalah melalui pemanfaatan teknologi modern. Dengan menggunakan *PEST analisis* akan diuraikan permasalahan yang dihadapi dalam penerapan teknologi-teknologi yang telah dipilih sebagai hasil analisis yang telah dibahas pada Sub pasal 13.

a. Politik

Ditinjau dari aspek politik, pemanfaatan teknologi dalam meningkatkan hasil perikanan tangkap dapat dianalisis sebagai berikut. Pemanfaatan teknologi dalam meningkatkan hasil perikanan tangkap meliputi beberapa inovasi penting yang memiliki implikasi kebijakan dari pemerintah. Pertama, teknologi pemantauan satelit memungkinkan pemerintah untuk mengawasi wilayah tangkapan ikan, mendukung penegakan hukum terhadap praktik penangkapan ikan *ilegal, unreported, dan unregulated* (IUU). Hal ini memperkuat upaya pemerintah dalam menjaga kedaulatan perairan dan melindungi sumber daya laut dari eksploitasi yang tidak bertanggung jawab. Selain itu, penerapan teknologi sonar seperti *fishfinder* membantu meningkatkan efisiensi penangkapan, yang dapat mendorong kebijakan subsidi untuk nelayan dalam mengadopsi teknologi ini, sehingga meningkatkan hasil perikanan tangkap secara keseluruhan.

Selanjutnya, Kebijakan pemerintah yang mendukung pengembangan dan penggunaan teknologi pemantauan cuaca dalam aplikasi nelayan pintar dapat meningkatkan keselamatan nelayan, mencegah kecelakaan laut, dan memitigasi risiko bencana, penggunaan data hidro-oseanografi dapat diintegrasikan dalam

aplikasi ini. Dengan demikian, pemanfaatan teknologi ini tidak hanya meningkatkan hasil perikanan tangkap tetapi juga mempengaruhi kebijakan publik dan strategi pemerintah dalam mengelola sumber daya perikanan secara berkelanjutan dan berdaya saing.

b. Ekonomi

Ditinjau dari sudut pandang ekonomi, pemanfaatan teknologi dalam meningkatkan hasil perikanan tangkap membawa dampak positif yang signifikan terhadap sektor perikanan. Teknologi pemantauan satelit memungkinkan nelayan mengidentifikasi lokasi ikan dengan lebih akurat, mengurangi waktu dan biaya operasional yang dibutuhkan untuk mencari tangkapan. Dengan demikian, efisiensi dalam penggunaan bahan bakar dan tenaga kerja dapat meningkat, sehingga mengurangi biaya produksi dan meningkatkan margin keuntungan. Selain itu, teknologi sonar seperti *fishfinder* membantu nelayan menangkap ikan dengan lebih efektif, yang berarti hasil tangkapan dapat ditingkatkan tanpa perlu meningkatkan upaya penangkapan yang berlebihan.

Teknologi pemantauan cuaca yang diintegrasikan dengan data hidro-oseanografi dapat memberikan informasi yang akurat dan terkini, membantu nelayan merencanakan kegiatan penangkapan mereka dengan lebih baik, menghindari kondisi cuaca buruk yang dapat merusak peralatan atau menghambat operasional.

c. Sosial

Ditinjau dari sudut pandang sosial, pemanfaatan teknologi dalam meningkatkan hasil perikanan tangkap menghadapi beberapa tantangan. Salah satu tantangan utama adalah rendahnya kesadaran dan pemahaman nelayan kecil terhadap penerapan teknologi tersebut. Banyak nelayan kecil yang belum memiliki pengetahuan yang memadai tentang manfaat dan cara penggunaan teknologi canggih seperti pemantauan satelit, sonar, dan teknologi pendingin. Hal ini disebabkan oleh minimnya akses terhadap informasi, pelatihan, dan pendidikan yang relevan. Tanpa pemahaman yang baik, nelayan kecil cenderung enggan atau ragu untuk mengadopsi teknologi baru, meskipun teknologi tersebut dapat meningkatkan produktivitas dan pendapatan mereka.

Selain itu, keterbatasan infrastruktur juga menjadi hambatan besar dalam penerapan teknologi di sektor perikanan, terutama di kalangan nelayan kecil. Banyak daerah pesisir yang tidak memiliki akses listrik yang stabil, jaringan internet yang memadai, atau fasilitas pelabuhan yang mendukung. Keterbatasan ini menghalangi nelayan kecil untuk menggunakan teknologi canggih yang memerlukan infrastruktur pendukung yang baik. Biaya awal untuk mengadopsi teknologi baru sering kali terlalu tinggi bagi nelayan kecil, yang memiliki keterbatasan finansial. Untuk mengatasi tantangan ini, diperlukan upaya kolaboratif antara pemerintah, organisasi non-pemerintah, dan sektor swasta untuk meningkatkan kesadaran dan pemahaman nelayan kecil mengenai teknologi perikanan. Program pelatihan dan pendidikan yang intensif dapat diberikan untuk membantu nelayan memahami manfaat dan penggunaan teknologi. Selain itu, investasi dalam infrastruktur dasar seperti listrik, internet, dan fasilitas pelabuhan harus ditingkatkan untuk mendukung penerapan teknologi. Penyediaan dukungan finansial, seperti kredit berbunga rendah atau subsidi, juga penting untuk membantu nelayan kecil mengatasi kendala biaya awal. Dengan pendekatan yang komprehensif dan inklusif, kesadaran dan pemahaman nelayan kecil terhadap teknologi dapat ditingkatkan, serta hambatan infrastruktur dapat dikurangi, sehingga manfaat teknologi dalam sektor perikanan dapat dirasakan oleh semua pihak.

d. Teknologi

Ditinjau dari sudut pandang teknologi itu sendiri, pemanfaatan teknologi dalam meningkatkan hasil perikanan tangkap menghadapi beberapa tantangan dan peluang yang perlu dipertimbangkan. Salah satu tantangan utama adalah keterbatasan aksesibilitas dan infrastruktur. Banyak teknologi canggih yang memerlukan infrastruktur pendukung yang belum tersedia secara merata di semua daerah pesisir. Akses yang terbatas ke jaringan listrik yang stabil, internet, dan fasilitas penyimpanan yang memadai menjadi hambatan bagi nelayan kecil untuk mengadopsi teknologi tersebut. Oleh karena itu, peningkatan infrastruktur dasar sangat penting untuk mendukung penerapan teknologi perikanan yang lebih luas dan efektif.

Selain itu, biaya tinggi untuk pengadaan dan pemeliharaan teknologi canggih sering kali menjadi kendala utama bagi nelayan kecil. Meskipun teknologi tersebut dapat meningkatkan efisiensi dan hasil tangkapan, investasi awal yang diperlukan sering kali terlalu besar bagi nelayan dengan keterbatasan finansial. Untuk mengatasi hal ini, diperlukan dukungan finansial dari pemerintah atau lembaga keuangan dalam bentuk kredit berbunga rendah, subsidi, atau bantuan langsung. Kesadaran dan pemahaman akan manfaat dan penggunaan teknologi juga masih rendah di kalangan nelayan kecil. Program pelatihan dan edukasi yang berkelanjutan sangat penting untuk memastikan nelayan dapat memanfaatkan teknologi dengan efektif.

Regulasi pemerintah juga memiliki peran dalam adopsi teknologi di sektor perikanan. Kebijakan yang mendukung penelitian dan pengembangan teknologi, serta insentif bagi nelayan untuk mengadopsi teknologi baru, dapat mempercepat proses inovasi. Pemerintah juga perlu memastikan bahwa regulasi yang ada mendukung keberlanjutan teknologi, termasuk dukungan teknis untuk pemeliharaan dan pengembangan teknologi lebih lanjut.

Dukungan teknis sangat penting untuk memastikan kelanjutan dan efektivitas penggunaan teknologi. Penyediaan layanan dukungan teknis yang mudah diakses akan membantu nelayan dalam mengatasi masalah teknis yang mungkin timbul. Terakhir, konservasi lingkungan dan keberlanjutan harus menjadi pertimbangan utama dalam pengembangan dan penerapan teknologi perikanan. Teknologi harus dirancang dan digunakan sedemikian rupa sehingga tidak merusak ekosistem laut dan memastikan bahwa sumber daya ikan tetap tersedia untuk generasi mendatang.

Berdasarkan analisis di atas maka didapatkan beberapa permasalahan yang dihadapi dalam pemanfaatan teknologi guna meningkatkan hasil perikanan tangkap serta potensi solusi yang dapat diterapkan pada permasalahan tersebut antara lain adalah:

a. Anggaran dan Biaya

Anggaran pemerintah dalam mendukung penerapan teknologi pada nelayan kecil masih dirasakan kurang, terutama belum adanya insentif yang diberikan kepada nelayan untuk pengguna teknologi pada perikanan tangkap.

Demikian pula biaya pengadaan teknologi merupakan hambatan utama bagi nelayan kecil dan menengah dalam mengadopsi teknologi modern. Investasi awal untuk membeli dan memasang peralatan teknologi cenderung tinggi, dan sering kali di luar jangkauan keuangan nelayan tradisional. Tanpa dukungan finansial yang memadai, sulit bagi mereka untuk beralih ke metode yang lebih efisien dan berkelanjutan. Untuk mengatasi kendala biaya, perlu adanya skema pendanaan yang mendukung nelayan kecil dan menengah. Subsidi pemerintah, pinjaman dengan bunga rendah, dan program bantuan dari organisasi non-pemerintah dapat membantu mengurangi beban finansial. Selain itu, model bisnis berbasis komunitas, seperti koperasi nelayan, bisa diterapkan untuk memungkinkan pembelian bersama dan penggunaan peralatan teknologi yang lebih efisien.

b. Keterbatasan Aksesibilitas Dan Infrastruktur

Salah satu tantangan terbesar dalam penerapan teknologi di sektor perikanan tangkap di Indonesia adalah keterbatasan aksesibilitas dan infrastruktur. Banyak daerah perikanan, terutama di wilayah terpencil dan pulau-pulau kecil, masih mengalami kesulitan dalam mengakses teknologi modern. Keterbatasan infrastruktur dasar seperti listrik dan jaringan internet membuat implementasi teknologi menjadi terhambat. Untuk mengatasi masalah ini, pemerintah dan pihak swasta perlu bekerja sama dalam meningkatkan infrastruktur di daerah-daerah perikanan. Investasi dalam pembangunan jaringan listrik yang andal dan perluasan akses internet sangat penting.

c. Kesadaran dan Pemahaman

Kesadaran dan pemahaman tentang manfaat teknologi dalam perikanan masih rendah di kalangan banyak nelayan. Banyak dari mereka tidak menyadari bagaimana teknologi dapat meningkatkan produktivitas, kualitas, dan keberlanjutan usaha mereka. Pendidikan dan pelatihan yang memadai sangat penting untuk meningkatkan kesadaran dan pemahaman ini. Pemerintah dan organisasi terkait harus menyelenggarakan program pelatihan dan penyuluhan yang fokus pada penggunaan teknologi dalam perikanan. Program ini harus mencakup demonstrasi langsung dan bimbingan praktis agar nelayan dapat melihat manfaat langsung dari teknologi tersebut. Penyebaran informasi melalui

media lokal dan penggunaan bahasa yang mudah dipahami juga akan membantu menjangkau lebih banyak nelayan.

d. Regulasi

Regulasi yang kaku atau kurangnya kejelasan dalam kebijakan pemerintah sering kali menghambat adopsi teknologi baru dalam industri perikanan. Peraturan yang tidak sesuai dengan kondisi lapangan atau kurangnya insentif untuk menggunakan teknologi inovatif bisa menjadi kendala. Untuk mendukung adopsi teknologi, regulasi dan kebijakan pemerintah harus fleksibel dan adaptif terhadap perkembangan teknologi. Pemerintah perlu menyediakan insentif bagi nelayan yang mengadopsi teknologi ramah lingkungan dan berkelanjutan. Selain itu, perlu ada harmonisasi antara kebijakan pusat dan daerah agar implementasi teknologi tidak terhambat oleh birokrasi yang rumit.

e. Dukungan teknis

Setelah mengadopsi teknologi, nelayan dan pelaku industri perikanan memerlukan dukungan teknis yang berkelanjutan untuk mengoperasikan dan memelihara peralatan tersebut. Kurangnya akses terhadap dukungan teknis yang memadai dapat menyebabkan kegagalan dalam pemanfaatan teknologi. Untuk mengatasi masalah ini, pemerintah dan penyedia teknologi perlu menyediakan layanan dukungan teknis yang mudah diakses dan responsif. Program pelatihan berkelanjutan dan penyediaan layanan purna jual yang baik sangat penting untuk memastikan bahwa teknologi dapat digunakan secara efektif dalam jangka panjang. Pusat layanan teknis lokal juga bisa didirikan untuk memberikan bantuan langsung kepada nelayan.

f. Konservasi dan berkelanjutan

Penggunaan teknologi dalam perikanan harus sejalan dengan prinsip-prinsip konservasi dan keberlanjutan. Terkadang, teknologi yang digunakan secara tidak tepat atau berlebihan dapat menyebabkan penangkapan berlebihan atau merusak ekosistem laut. Oleh karena itu, sangat penting untuk memastikan bahwa teknologi yang diterapkan mendukung praktik perikanan yang berkelanjutan. Penelitian dan pengembangan teknologi harus fokus pada solusi yang mendukung keberlanjutan. Misalnya, alat tangkap yang selektif dan tidak

merusak lingkungan, sistem pemantauan stok ikan, dan teknologi pemantauan lingkungan laut bisa dikembangkan untuk mendukung pengelolaan perikanan yang berkelanjutan. Selain itu, edukasi tentang praktik perikanan berkelanjutan harus menjadi bagian integral dari program pelatihan untuk nelayan.

Industri perikanan tangkap di Indonesia menghadapi berbagai tantangan dalam pemanfaatan teknologi modern. Keterbatasan aksesibilitas dan infrastruktur, biaya yang tinggi, kurangnya kesadaran dan pendidikan, regulasi yang kaku, dukungan teknis yang tidak memadai, serta isu konservasi dan keberlanjutan adalah beberapa masalah utama yang perlu diatasi. Untuk mengatasi tantangan-tantangan ini, diperlukan kerja sama antara pemerintah, sektor swasta, dan organisasi non-pemerintah. Investasi dalam infrastruktur, skema pendanaan yang mendukung, program pelatihan dan penyuluhan, regulasi yang adaptif, dukungan teknis yang berkelanjutan, dan pengembangan teknologi ramah lingkungan adalah langkah-langkah yang dapat diambil. Dengan pendekatan yang komprehensif dan berkelanjutan, pemanfaatan teknologi dalam perikanan tangkap di Indonesia dapat ditingkatkan, sehingga meningkatkan produktivitas, kualitas, dan keberlanjutan sektor ini.

15. Strategi Optimalisasi Pemanfaatan Teknologi Guna Meningkatkan Hasil Perikanan Tangkap Di Perairan Indonesia

Industri perikanan tangkap di Indonesia merupakan sektor ekonomi yang vital, menyediakan pendapatan dan mata pencaharian bagi jutaan orang. Industri ini menghadapi berbagai tantangan yang menghambat penerapan teknologi modern, seperti keterbatasan aksesibilitas, biaya tinggi, kurangnya kesadaran, regulasi yang kaku, dukungan teknis yang tidak memadai, serta isu konservasi dan keberlanjutan. Strategi yang komprehensif dan berkelanjutan diperlukan untuk mengatasi tantangan-tantangan ini dan meningkatkan pemanfaatan teknologi dalam industri perikanan tangkap di Indonesia.

Dengan menggunakan analisis PEST dapat diuraikan sebagai berikut:

a. Political (Politik)

Regulasi dan Kebijakan: Pemerintah memiliki peran penting dalam mereformasi regulasi dan kebijakan terkait pemanfaatan teknologi dalam sektor perikanan.

Kebijakan yang mendukung penggunaan teknologi dapat mencakup insentif fiskal, subsidi, dan peraturan yang lebih fleksibel untuk nelayan yang ingin mengadopsi teknologi. Reformasi ini penting untuk mengatasi kendala adopsi teknologi dalam penangkapan ikan, sehingga mempercepat peningkatan hasil perikanan tangkap.

Dukungan Pemerintah: Pemerintah juga perlu memberikan dukungan teknis yang berkelanjutan untuk nelayan. Ini termasuk pelatihan, bantuan teknis, dan pendampingan dalam penggunaan teknologi. Selain itu, pemerintah dapat bekerja sama dengan pihak swasta dan organisasi non-pemerintah untuk memperluas jangkauan bantuan dan dukungan bagi nelayan.

b. Economic (Ekonomi)

Kendala Anggaran dan Biaya: Salah satu kendala utama dalam penerapan teknologi perikanan adalah biaya pengadaan peralatan. Nelayan, terutama di daerah terpencil dan pulau-pulau kecil, sering kali mengalami keterbatasan anggaran untuk membeli peralatan teknologi modern. Untuk mengatasi kendala ini, diperlukan pendekatan ekonomi yang mencakup subsidi, pinjaman berbunga rendah, atau program leasing untuk peralatan teknologi perikanan.

Pengembangan Infrastruktur: Peningkatan aksesibilitas dan infrastruktur, seperti elektrifikasi dan perluasan jangkauan internet di daerah terpencil, sangat penting. Infrastruktur ini akan mendukung operasionalisasi teknologi perikanan, serta mengurangi biaya yang terkait dengan penggunaan teknologi tersebut. Dengan adanya infrastruktur yang memadai, nelayan dapat memanfaatkan teknologi secara lebih optimal.

c. Social (Sosial)

Kesadaran dan Pendidikan: Masyarakat nelayan perlu diberikan edukasi dan peningkatan kesadaran mengenai pentingnya teknologi dalam meningkatkan hasil tangkapan ikan. Ini bisa dilakukan melalui program pelatihan, sosialisasi, dan kampanye yang melibatkan tokoh masyarakat setempat. Peningkatan pengetahuan dan keterampilan ini akan membantu nelayan dalam mengoperasikan teknologi dengan lebih efisien dan efektif.

Partisipasi Komunitas: Kesuksesan strategi ini juga bergantung pada partisipasi aktif komunitas nelayan. Pemerintah dan organisasi terkait harus melibatkan nelayan

dalam proses perencanaan dan implementasi, sehingga teknologi yang digunakan benar-benar sesuai dengan kebutuhan dan kondisi lokal.

d. Technological (Teknologi)

Dukungan Teknis: Teknologi yang diterapkan dalam perikanan harus didukung dengan dukungan teknis yang berkelanjutan. Ini mencakup pemeliharaan peralatan, pembaruan teknologi, serta penyediaan layanan bantuan teknis yang responsif. Dukungan ini akan memastikan bahwa teknologi tetap berfungsi dengan baik dan bisa digunakan secara maksimal oleh nelayan.

Keberlanjutan dan Konservasi: Penggunaan teknologi dalam perikanan harus menekankan pada konservasi sumber daya laut dan keberlanjutan. Teknologi yang diterapkan harus ramah lingkungan dan mendukung upaya pelestarian ekosistem laut. Dengan demikian, teknologi tidak hanya meningkatkan hasil tangkapan, tetapi juga menjaga keberlanjutan sumber daya perikanan untuk jangka panjang.

Dari analisis PEST di atas, strategi optimalisasi pemanfaatan teknologi dalam meningkatkan hasil perikanan tangkap di Indonesia dapat dioptimalkan melalui kombinasi reformasi kebijakan, dukungan ekonomi dan infrastruktur, peningkatan kesadaran dan pendidikan masyarakat nelayan, serta penekanan pada keberlanjutan dan konservasi. Sinergi antara aspek politik, ekonomi, sosial, dan teknologi ini akan menciptakan lingkungan yang mendukung penerapan teknologi secara efektif dan berkelanjutan dalam sektor perikanan di Indonesia.

Berikut ini adalah strategi yang dapat dilakukan berdasarkan permasalahan yang ada:

a. Mengatasi Kendala Anggaran dan Biaya

Upaya-upaya yang dapat dilakukan dalam mewujudkan strategi mengatasi kendala anggaran dan biaya pertama adalah skema pendanaan dan pembiayaan yang terdiri dari subsidi pemerintah dan insentif pajak, pemerintah dapat memberikan subsidi dan insentif pajak bagi nelayan yang berinvestasi dalam teknologi ramah lingkungan dan berkelanjutan. Hal ini akan mengurangi beban biaya awal yang tinggi dan mendorong adopsi teknologi. Skema kredit mikro dan pinjaman bunga rendah, lembaga keuangan dapat menyediakan skema kredit mikro dan pinjaman dengan bunga rendah yang khusus dirancang untuk nelayan

kecil dan menengah. Model ini memungkinkan nelayan mendapatkan modal yang diperlukan untuk mengadopsi teknologi tanpa menimbulkan beban finansial yang besar. Kedua adalah dengan model bisnis berbasis komunitas, koperasi nelayan, pembentukan koperasi nelayan dapat menjadi solusi untuk mengurangi biaya investasi perorangan. Melalui koperasi, nelayan dapat membeli peralatan teknologi secara bersama-sama dan menggunakan secara bergantian. Koperasi juga dapat berperan sebagai perantara untuk mendapatkan pembiayaan dari pemerintah atau sektor swasta.

b. Peningkatan Aksesibilitas dan Infrastruktur

Upaya-upaya yang dapat dilakukan dalam mewujudkan strategi peningkatan aksesibilitas dan infrastruktur yang pertama adalah dengan pembangunan infrastruktur dasar yang terdiri dari elektrifikasi daerah terpencil, investasi dalam jaringan listrik yang andal di daerah-daerah perikanan terpencil sangat penting. Pemerintah dan sektor swasta dapat bekerja sama untuk mengembangkan solusi energi terbarukan seperti tenaga surya dan angin yang dapat diterapkan di daerah tanpa akses listrik. Perluasan jaringan internet, akses internet yang luas dan stabil merupakan kebutuhan mendasar untuk mengadopsi teknologi modern. Proyek nasional untuk memperluas jangkauan internet di wilayah pesisir dan pulau-pulau kecil harus diprioritaskan. Hal ini dapat dilakukan melalui kolaborasi antara penyedia layanan internet dan pemerintah. Saat ini telah dikenal teknologi yang di sediakan oleh Starlink sehingga perluasan jangkauan internet dapat dilakukan dengan pemberian insentif kepada nelayan kecil untuk dapat berlangganan layanan internet tersebut. Selanjutnya adalah pengembangan teknologi adaptif dengan penggunaan teknologi hemat energi, mengembangkan teknologi yang hemat energi dan dapat beroperasi dengan sumber daya terbatas sangat penting.

c. Peningkatan Kesadaran dan Pendidikan

Upaya-upaya yang dapat dilakukan dalam mewujudkan strategi peningkatan kesadaran dan pendidikan, pertama adalah program pelatihan dan penyuluhan yang terdiri dari pendidikan dan pelatihan berkelanjutan, pemerintah dan organisasi non-pemerintah harus menyelenggarakan program pelatihan

berkelanjutan yang fokus pada penggunaan teknologi dalam perikanan. Pelatihan harus mencakup demonstrasi praktis dan studi kasus yang menunjukkan manfaat teknologi dalam meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan. Penggunaan media lokal sehingga informasi tentang teknologi perikanan dapat disebarluaskan melalui media lokal seperti radio komunitas, televisi lokal, dan media cetak. Penyampaian informasi dalam bahasa yang mudah dipahami oleh nelayan akan meningkatkan kesadaran dan pemahaman mereka tentang teknologi. Kerja sama dengan universitas dan lembaga pendidikan untuk menyediakan penyuluhan dan pelatihan di bidang teknologi perikanan. Hal ini akan menciptakan tenaga kerja yang terampil dan siap mendukung adopsi teknologi di industri perikanan.

d. Reformasi Regulasi dan Kebijakan

Upaya-upaya yang dapat dilakukan dalam mewujudkan strategi reformasi regulasi dan kebijakan pertama adalah dengan fleksibilitas dan kejelasan regulasi yang terdiri dari evaluasi dan revisi kebijakan, pemerintah perlu secara berkala mengevaluasi dan merevisi kebijakan yang menghambat adopsi teknologi. Kebijakan harus fleksibel dan adaptif terhadap perkembangan teknologi serta kondisi di lapangan. Insentif untuk teknologi ramah lingkungan yaitu dengan memberikan insentif bagi nelayan yang mengadopsi teknologi ramah lingkungan dan berkelanjutan. Insentif ini dapat berupa potongan pajak, subsidi, atau penghargaan yang dapat meningkatkan motivasi nelayan untuk menggunakan teknologi tersebut. Kedua adalah adanya harmonisasi kebijakan pusat dan daerah yang terdiri dari koordinasi antar lembaga yang memastikan adanya koordinasi yang baik antara pemerintah pusat dan daerah dalam penerapan kebijakan teknologi perikanan. Hal ini akan mengurangi hambatan birokrasi dan memastikan implementasi teknologi berjalan lancar di semua tingkat pemerintahan. Pembuatan panduan pelaksanaan yang jelas dan praktis bagi nelayan dan pelaku industri perikanan untuk mengikuti regulasi yang ada. Panduan ini harus mencakup langkah-langkah praktis dan contoh penerapan teknologi di lapangan.

e. Dukungan Teknis yang Berkelanjutan

Upaya-upaya yang dapat dilakukan untuk mewujudkan strategi dukungan teknis yang berkelanjutan pertama adalah dengan mendirikan layanan dukungan

teknis yang terdiri dari pusat layanan teknis lokal, mendirikan pusat layanan teknis di daerah-daerah perikanan yang dapat memberikan dukungan langsung kepada nelayan. Pusat layanan ini harus dilengkapi dengan tenaga ahli yang siap memberikan bantuan teknis dan pemeliharaan peralatan. Layanan purna jual yang baik, penyedia teknologi harus memastikan adanya layanan purna jual yang baik, termasuk pelatihan, pemeliharaan, dan perbaikan peralatan. Hal ini akan meningkatkan kepercayaan nelayan terhadap teknologi dan memastikan penggunaan yang berkelanjutan. Kedua adalah program pelatihan lanjutan yang terdiri dari pelatihan terus-menerus yaitu mengadakan program pelatihan lanjutan secara berkala untuk memastikan nelayan tetap mendapat informasi dengan perkembangan teknologi terbaru. Program ini harus mencakup berbagai aspek teknologi, mulai dari operasional hingga pemeliharaan. Kemitraan dengan penyedia teknologi yaitu dengan membentuk kemitraan dengan penyedia teknologi untuk menyediakan pelatihan dan dukungan teknis yang berkelanjutan. Penyedia teknologi dapat mengirimkan ahli mereka untuk memberikan pelatihan langsung di lapangan.

f. Konservasi dan Keberlanjutan

Upaya-upaya yang dapat dilakukan pertama adalah pengembangan teknologi ramah lingkungan yang terdiri dari penggunaan alat tangkap selektif yaitu dengan mengembangkan dan mempromosikan penggunaan alat tangkap yang selektif dan tidak merusak lingkungan. Alat tangkap ini harus mampu menangkap ikan dengan ukuran dan jenis yang diinginkan tanpa merusak habitat laut. sistem pemantauan stok ikan yaitu implementasi teknologi untuk memantau stok ikan secara *real-time*. Sistem ini dapat membantu nelayan dalam mengambil keputusan yang tepat mengenai lokasi dan jumlah tangkapan, sehingga menghindari penangkapan berlebihan. Kedua adalah edukasi tentang praktik perikanan berkelanjutan yang terdiri dari kampanye kesadaran lingkungan yaitu dengan melakukan kampanye kesadaran lingkungan yang intensif di kalangan nelayan. Kampanye ini harus menekankan pentingnya menjaga ekosistem laut dan praktik perikanan berkelanjutan untuk jangka panjang. Sertifikasi perikanan berkelanjutan yaitu dengan mendorong nelayan untuk mendapatkan sertifikasi

perikanan berkelanjutan. Sertifikasi ini tidak hanya meningkatkan kesadaran tentang praktik berkelanjutan, tetapi juga dapat meningkatkan nilai jual produk perikanan di pasar global.

Industri perikanan tangkap di Indonesia memiliki potensi besar untuk berkembang melalui pemanfaatan teknologi modern. Dengan berbagai tantangan yang ada, seperti keterbatasan aksesibilitas dan infrastruktur, biaya tinggi, kurangnya kesadaran, regulasi yang kaku, dukungan teknis yang tidak memadai, serta isu konservasi dan keberlanjutan, perlu diatasi melalui strategi yang komprehensif dan berkelanjutan. Peningkatan aksesibilitas dan infrastruktur, skema pendanaan yang mendukung, program pelatihan dan penyuluhan, reformasi regulasi dan kebijakan, dukungan teknis yang berkelanjutan, serta pengembangan teknologi ramah lingkungan adalah langkah-langkah yang dapat diambil untuk mengatasi tantangan-tantangan ini. Dengan pendekatan yang terkoordinasi dan partisipasi aktif dari semua pihak terkait, pemanfaatan teknologi dalam perikanan tangkap di Indonesia dapat ditingkatkan, sehingga meningkatkan produktivitas, kualitas, dan keberlanjutan sektor ini.

Penerapan strategi-strategi ini tidak hanya akan membantu nelayan dalam meningkatkan taraf hidup mereka, tetapi juga akan memberikan dampak positif bagi perekonomian nasional dan kelestarian sumber daya laut Indonesia. Dengan komitmen dan kerja sama yang kuat antara pemerintah, sektor swasta, organisasi non-pemerintah, dan komunitas nelayan, industri perikanan tangkap di Indonesia dapat mencapai potensi penuh dan berkontribusi secara signifikan terhadap pembangunan berkelanjutan.



BAB IV PENUTUP

16. Simpulan

Berdasarkan analisis dan pembahasan pertanyaan kajian tentang optimalisasi pemanfaatan teknologi guna meningkatkan hasil perikanan tangkap di perairan Indonesia yang telah diuraikan di atas maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Pemanfaatan teknologi perikanan tangkap saat ini antara lain adalah:
 - 1) Teknologi pemantauan satelit. Teknologi ini memanfaatkan citra satelit yang menghasilkan data-data dan dianalisis yang kemudian digunakan dalam aplikasi yang disebut aplikasi navigasi Nelayan Marlin. Aplikasi Navigasi Nelayan Marlin yang dikeluarkan oleh Badan Riset dan Inovasi Nasional bekerja sama dengan pihak swasta memberikan data-data yang dibutuhkan oleh nelayan.
 - 2) Teknologi sonar saat ini diterapkan dalam *fishfinder* yang bekerja berdasarkan cara kerja sonar yaitu menerima pantulan gelombang suara yang dipancarkan sehingga dapat memantau keberadaan ikan di sekitar kapal. Dengan cara ini nelayan dapat dengan cepat dapat menangkap ikan dan dapat menghemat waktu untuk mencari lokasi kerumunan ikan. Teknologi ini juga dapat mendukung lingkungan laut berkelanjutan dengan cara memantau kondisi lingkungan laut di bawah air.
 - 3) Teknologi jaring pintar saat ini belum digunakan oleh nelayan di Indonesia. Penggunaan teknologi ini masih dalam tahap pengembangan dan mempunyai potensi besar untuk mengoptimalkan penangkapan ikan dengan cara memantau dan mengatur penangkapan ikan secara efisien. Jaring pintar dapat menentukan jenis ikan dengan ukuran tertentu yang ditangkap sehingga spesies yang tidak diinginkan atau masih terlalu muda dapat dilepaskan kembali ke laut.
 - 4) Teknologi pemantauan cuaca. Teknologi ini memanfaatkan data cuaca yang didapat dari satelit, radar, dan stasiun pemantau cuaca. Penerapan teknologi ini oleh KKP bekerja sama dengan BMKG dibuat menjadi sebuah aplikasi yang diberi nama Aplikasi Nelayan Pintar yang

dapat memberikan informasi daerah berbahaya dan penentuan lokasi penangkapan ikan yang potensial dan informasi lainnya.

5) Teknologi pemanfaatan data hidro-oseanografi. Teknologi ini belum secara optimal digunakan dalam industri perikanan tangkap di Indonesia. Data hidro-oseanografi di Pushidrosal saat ini belum banyak digunakan oleh kementerian atau lembaga lain untuk mengoptimalkan hasil penangkapan ikan.

6) Teknologi drone. Pemanfaatan teknologi drone saat ini lebih banyak digunakan untuk memantau kapal-kapal penangkap ikan. Penggunaan teknologi ini dalam penangkapan ikan masih dirasakan sangat mahal sehingga belum banyak diterapkan di Indonesia.

7) Teknologi kamera bawah air. Teknologi ini memanfaatkan teknologi kamera untuk memantau situasi di bawah air. Penggunaan teknologi ini dalam skala komersial penangkapan ikan masih kurang efektif karena keterbatasan jarak pandang bawah air.

8) Teknologi pengolahan hasil tangkapan. Teknologi yang banyak digunakan dalam pengolahan hasil tangkapan adalah teknologi pendinginan hasil tangkapan ikan untuk mempertahankan kualitas ikan

Dari teknologi tersebut dilakukan analisis dan dipilih empat teknologi yang cocok digunakan untuk melakukan optimalisasi dengan hasil antara lain:

1) Teknologi pemantauan satelit dipilih karena telah diterapkan dalam aplikasi NN Marlin oleh BRIN dan dapat dikembangkan kemampuannya untuk meningkatkan hasil tangkapan ikan. Penerapannya dapat diterapkan pada nelayan kecil

2) Teknologi sonar dipilih karena penerapannya yang mudah dan dapat digunakan nelayan untuk meningkatkan hasil tangkapan ikan. Teknologi ini juga dapat dengan mudah diterapkan pada nelayan kecil.

3) Teknologi pemantauan cuaca dipilih karena telah diterapkan dalam aplikasi Nelayan Pintar oleh Kementerian Kelautan dan Perikanan bekerja sama dengan BMKG dan dapat dikembangkan lagi kemampuannya. Penerapannya juga dapat dengan mudah pada nelayan kecil.

4) Teknologi pemanfaatan data hidro-oseanografi dipilih walaupun belum diterapkan secara maksimal namun dapat memberikan manfaat peningkatan kemampuan aplikasi-aplikasi yang dibuat oleh BRIN dan KKP.

b. Permasalahan yang dihadapi dalam pemanfaatan teknologi perikanan tangkap dianalisis dengan menggunakan *PEST Analisis* untuk mendapatkan permasalahan yang dihadapi yaitu:

- 1) Anggaran dan Biaya. Biaya pengadaan teknologi merupakan hambatan utama yang dihadapi oleh nelayan kecil.
- 2) Keterbatasan aksesibilitas dan infrastruktur. Permasalahan ini karena banyak daerah perikanan yang berada di wilayah terpencil dan pulau-pulau kecil.
- 3) Kesadaran dan pemahaman pada masyarakat nelayan masih tergolong rendah
- 4) Regulasi masih dirasakan kurang mengena pada nelayan kecil untuk dapat mengimplementasikan teknologi penangkapan ikan.
- 5) Dukungan teknis diperlukan untuk operasi dan pemeliharaan peralatan yang menggunakan teknologi perikanan.
- 6) Konservasi dan berkelanjutan merupakan prinsip yang saat ini merupakan prinsip utama masyarakat dunia yang harus diakomodasikan dalam penerapan teknologi perikanan di Indonesia.

c. Dengan menggunakan analisis PEST maka didapatkan strategi yang dapat dilakukan untuk melakukan optimalisasi pemanfaatan teknologi guna meningkatkan hasil perikanan tangkap di perairan Indonesia antara lain adalah:

- 1) Mengatasi kendala anggaran dan biaya dalam pengadaan peralatan yang merupakan penerapan teknologi perikanan
- 2) Meningkatkan aksesibilitas dan infrastruktur berupa elektrifikasi dan perluasan jangkauan internet di daerah terpencil dan pulau-pulau kecil.
- 3) Meningkatkan kesadaran dan pendidikan pada masyarakat nelayan untuk mampu menggunakan teknologi dalam meningkatkan hasil penangkapan ikan.

- 4) Mereformasi regulasi dan kebijakan guna mengatasi kendala dalam mengadopsi teknologi dalam penangkapan ikan.
- 5) Memberikan dukungan teknis yang berkelanjutan untuk nelayan yang menggunakan teknologi dalam meningkatkan hasil penangkapan ikan
- 6) Menekankan konservasi dan keberlanjutan dalam penerapan teknologi penangkapan ikan

17. Rekomendasi

- a. Kementerian Keuangan, Kementerian Kelautan dan DPR RI bekerja sama untuk memberikan insentif kepada nelayan dalam penerapan teknologi untuk meningkatkan hasil penangkapan ikan.
- b. Kementerian Kelautan dan Perikanan, BRIN, dan Pushidrosal bekerja sama untuk meningkatkan kemampuan aplikasi NN Marlin dan Nelpin dalam memberikan informasi yang dapat digunakan nelayan dalam meningkatkan hasil penangkapan ikan.
- c. Kementerian Kelautan dan Perikanan bekerja sama dengan Kementerian Komunikasi dan Informatika untuk meningkatkan kemampuan jaringan internet agar nelayan dapat terus menerima sambungan internet walaupun berada di tengah laut.
- d. Kemendikbud Ristek bekerja sama dengan Kementerian Kelautan dan Perikanan untuk mendirikan sekolah vokasi perikanan di daerah-daerah guna meningkatkan SDM.



Jakarta, Agustus 2024
Penulis,

Irwan Hardjunadi, S.T., M.Tr.Opsla.
Kolonel Laut (T) NRP 10741/P

DAFTAR PUSTAKA

- Burke, L dkk (2002) Terumbu karang yang terancam di di asia Tenggara, World Resources Institute.
- DPR RI. (2023). Peluang dan Tantangan Blue Economy Indonesia. Bulletin APBN. Jakarta
- Lembaga Ketahanan Nasional Republik Indonesia. (2024) Tim Pokja Petunjuk Teknis Penulisan Karya Ilmiah
- Muis, Saludin (2017) Prinsip Dasar Teknologi Satelit. Teknosan. Yogyakarta. Hal 12
- Nurhakim. 2006 Peran Lembaga Riset DKP dalam Mewujudkan Perikanan Tangkap yang Bertanggung Jawab di dalam : Sondita, editor. Seminar Nasional Perikanan Tangkap : Auditorium Rektorat Institut Pertanian Bogor, 10-11 Agustus 2006. Bogor: IPB Press. Hal 33-34.
- Oktavia, P (2018) Evolusi Dan Tantangan Governance untuk Common Property Resource. Planners InSight, Vol 1, No. 1.
- Program, P., Dantzing, M. G. B., Programming, B. L., Programming, L., & Methods, M. (1947). Pengantar Program Linear. 1-88.
- Soesilo, Indroyono, Laut Indonesia: Teknologi dan Pemanfaatannya, Jakarta Lispi, 2003. Hal 19
- Wijaya Tony M. (2018) Pengantar Ilmu Ekonomi Mikro. PT. Raja Grafindo Persada. Hal 142-143.
- Sekretariat Negara. (2014). Penjelasan Pasal 4 Ayat (1) UU Nomor 32 Tahun 2014 Tentang Kelautan.
- Sekretariat Negara. (2009). Undang-Undang RI Nomor 45 tahun 2009 Tentang Perubahan Atas UU Nomor 31 Tahun 2004 Tentang Perikanan

Sekretariat Negara. (2023). Peraturan Pemerintah RI Nomor 11 Tahun 2023 tentang Penangkapan Ikan Terukur

Kementrian KKP (2021), Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan RI Nomor 18 Tahun 2021 tentang Penempatan Alat Penangkapan Ikan dan Alat Bantu Penangkapan Ikan di WPPNRI dan Laut Lepas Serta Penataan Andon Penangkapan Ikan

Kementrian KKP (2021), d.Peraturan M enteri Kelautan dan Perikanan RI Nomor 30 Tahun 2021 tentang Usaha Perikanan Tangkap

Data Kelautan yang Menjadi Rujukan Nasional Diluncurkan”, Sumber [Online]: <https://www.pushidrosal.id/berita/5256/Data-Kelautan-yang-Menjadi-Rujukan-Nasional--Diluncurkan/> diakses pada tanggal 19 Maret 2024

10 negara penghasil ikan laut terbesar ri peringkat berapa”, Sumber [Online]: <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2022/07/12/10-negara-penghasil-ikan-laut-terbesar-ri-peringkat-berapa> diakses pada tanggal 16 April 2024

Negara penghasil ikan laut terbesar di dunia siapa juaranya”, Sumber [Online]: <https://goodstats.id/article/negara-penghasil-ikan-laut-terbesar-di-dunia-siapa-juaranya-2f7Q3> diakses pada tanggal 16 April 2024

Prod ikan prov”, Sumber [Online]: https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=prod_ikan_prov&i=2#panel-footer-kpda diakses pada tanggal 19 Maret 2024

Di dalam negeri rp 200 juta ri bisa laku rp 1 miliar di jepang”, Sumber [Online]: <https://finance.detik.com/industri/d-2551458/di-dalam-negeri-rp-200-juta-tuna-ri-bisa-laku-rp-1-miliar-di-jepang> diakses pada tanggal 20 Maret 2024

Harga cakalang beku tahun 2022 naik1829”, Sumber [Online]: <https://suhana.web.id/2023/01/07/harga-cakalang-beku-tahun-2022-naik-1829/> diakses pada tanggal 20 Maret 2024

Ekonomi biru pengertian tujuan dan potensinya di Indonesia”, Sumber [Online]:
<https://lestari.kompas.com/read/2023/07/03/170000986/ekonomi-biru--pengertian-tujuan-dan-potensinya-di-indonesia?page=all> diakses pada tanggal 19 Maret 2024

Apa itu teknologi simak pengertian dan manfaatnya berikut”, Sumber [Online]:
<https://www.dicoding.com/blog/apa-itu-teknologi-simak-pengertian-dan-manfaatnya-berikut/> diakses tanggal 07 Mei 2024

9 macam perairan”, Sumber [Online]:
<https://www.kompas.com/skola/read/2022/08/04/170000769/9-macam-perairan?page=all> diakses pada tanggal 07 Mei 2024

Bagaimana cara kerja sonar”, Sumber [Online]:
<https://www.kompas.com/skola/read/2022/07/01/120000669/bagaimana-cara-kerja-sonar> diakses pada tanggal 07 Mei 2024

Smart fishing nets could save marine wildlife”, Sumber [Online]:
<https://springwise.com/innovation/sustainability/smart-fishing-nets-could-save-marine-wildlife/> diakses pada tanggal 07 Mei 2024

Kupas tuntas pemanfaatan data hidro oseanografi di Indonesia”, Sumber [Online]:
<https://www.its.ac.id/news/2022/12/11/kupas-tuntas-pemanfaatan-data-hidro-oseanografi-di-indonesia/#:~:text=Data%20hidro%2Doseanografi%20ini%20dapat,laut%2C%20dan%20arus%20di%20laut.> Diakses pada tanggal 07 Mei 2024

Drone adalah inovasi teknologi yang membuka peluang baru di berbagai bidang”, Sumber [Online]: <https://terra-drone.co.id/drone-adalah-inovasi-teknologi-yang-membuka-peluang-baru-di-berbagai-bidang/> diakses pada tanggal 07 Mei 2024

Apa yang dimaksud dengan kamera underwater ini dia penjelasannya”, Sumber [Online]:
<https://insta360.co.id/artikel/tips-trik/apa-yang-dimaksud-dengan-kamera-underwater-ini-dia->

[penjelasannya/#:~:text=Kamera%20bawah%20air%20adalah%20perangkat,di%20Olingkungan%20bawah%20air%20lainnya](#) diakses pada tanggal 07 Mei 2024

Tangkapan sampingan itu disebut bycatch”, Sumber [Online]: <https://penjagalaut.org/tangkapan-sampingan-itu-disebut-bycatch/> diakses pada tanggal 07 Mei 2024

Potensi besar perikanan tangkap Indonesia”, Sumber [Online]: <https://setkab.go.id/potensi-besar-perikanan-tangkap-indonesia/> di akses pada tanggal 03 Juni 2024

Statistik KKP”, Sumber [Online]: https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=prod_ikan_prov#panel-footer-kpda diakses pada tanggal 03 Juni 2024

KKP target pdb perikanan tumbuh 46 persen di 2023”, Sumber [Online]: <https://majalah.tempo.co/read/info-tempo/166810/kkp-target-pdb-perikanan-tumbuh-4-6-persen-di-2023> diakses pada tanggal 10 Juni 2024

Perikanan Indonesia catat nilai ekspor tembus 31 miliar” Sumber [Online]: <https://ekonomi.republika.co.id/berita/s9is9b490/perikanan-indonesia-catat-nilai-ekspor-tembus-rp-31-miliar> diakses pada tanggal 10 Juni 2024

ZPPI inovasi BRIN memudahkan nelayan saat melaut “, Sumber [Online]: <https://www.brin.go.id/news/110938/zppi-inovasi-brin-mudahkan-nelayan-saat-melaut> diakses pada tanggal 28 Mei 2024.

Penggunaan *fishfinder* dongkrak hasil tangkapan nelayan”, Sumber [Online]: <https://news.detik.com/berita/d-4688661/penggunaan-fish-finder-dongkrak-hasil-tangkapan-nelayan> diakses pada tanggal 03 Juni 2024

<https://ejurnal.bppt.go.id/index.php/jurnalwave/article/view/4749/4167> diakses pada tanggal 03 Juni 2024

Smart fishing nets could save marine wildlife”, Sumber [Online]: <https://springwise.com/innovation/sustainability/smart-fishing-nets-could-save-marine-wildlife/> diakses pada tanggal 10 Juni 2024

Smartnet productive ocean event”, Sumber [Online]: https://www.ices.dk/about-ICES/global-cooperation/Pages/smartnet_productive_ocean_event.aspx diakses pada tanggal 10 Juni 2024

Prevention of gear loss and ghost fishing”, Sumber [Online]: <https://www.msc.org/standards-and-certification/developing-our-standards/the-fisheries-standard-review/projects/prevention-of-gear-loss-and-ghost-fishing> diakses pada tanggal 10 Juni 2024

Monitoring lingkungan untuk keberlanjutan perikanan mempertahankan keseimbangan ekosistem laut”, Sumber [Online]: <https://www.sucofindo.co.id/artikel-1/monitoring-lingkungan-untuk-keberlanjutan-perikanan-mempertahankan-keseimbangan-ekosistem-laut/> diakses pada tanggal 10 Juni 2024

Study shows pollock stocks are mixing more due changing ocean conditions and weather”, Sumber [Online]: <https://www.fisheries.noaa.gov/feature-story/study-shows-pollock-stocks-are-mixing-more-due-changing-ocean-conditions-and-weather> diakses pada tanggal 10 Juni 2024

Mengenal lebih jauh proses pengambilan dan pengolahan data hidro-oseanografi survei hidrografi dan oseanografi”, Sumber [Online]: <https://oe.itk.ac.id/berita/detail/mengenal-lebih-jauh-proses-pengambilan-dan-pengolahan-data-hidro-oseanografi-survey-hidrografi-dan-oseanografi-bagian-4> diakses pada tanggal 29 Mei 2024

KKP akan bangun ocean big data dilengkapi teknologi drone bawah air hingga nano satelit”, Sumber [Online]: <https://www.tribunnews.com/nasional/2023/12/13/kkp-akan-bangun-ocean-big-data-dilengkapi-teknologi-drone-bawah-air-hingga-nano-satelit> diakses pada tanggal 29 Mei 2024

Leonid kantorovich Sumber [Online]: <https://www.merdeka.com/leonid-kantorovich> diakses pada tanggal 09 Juni 2024

Analisis pestel untuk startegi bisnis”, Sumber [Online]: <https://paydia.id/analisis-pestel-untuk-strategi-bisnis/#:~:text=PESTEL%20merupakan%20akronim%20yang%20mewakili,dampaknya%20pada%20bisnis%20atau%20organisasi>. diakses pada tanggal 04 Juni 2024

Konflik rusia ukraina berlanjut icp Maret 2022 terkerek lagi jadi us 113 55 per barel”, Sumber [Online]: <https://migas.esdm.go.id/post/read/konflik-rusia-ukraina-berlanjut-icp-maret-2022-terkerek-lagi-jadi-us-113-50-per-barel> diakses pada tanggal 03 Juni 2024

Harga minyak naik karena perang dolar rp 16000 harga BBM RI bagaimana”, Sumber [Online]: <https://www.cnbcindonesia.com/research/20240414110544-128-530246/harga-minyak-naik-karena-perang-dolar-rp-16000-harga-bbm-ri-gimana> diakses pada tanggal 03 Juni 2024

Sejarah perkembangan penangkapan ikan faizal rahman msc”, Sumber [Online]: <https://kanalpengetahuan.faperta.ugm.ac.id/2017/10/26/sejarah-perkembangan-penangkapan-ikan-faizal-rachman-m-sc/> diakses pada tanggal 10 Juni 2024

Potensi perikanan Indonesia”, Sumber [Online]: <https://wantimpres.go.id/id/2017/04/potensi-perikanan-indonesia/> diakses pada tanggal 08 Mei 2024

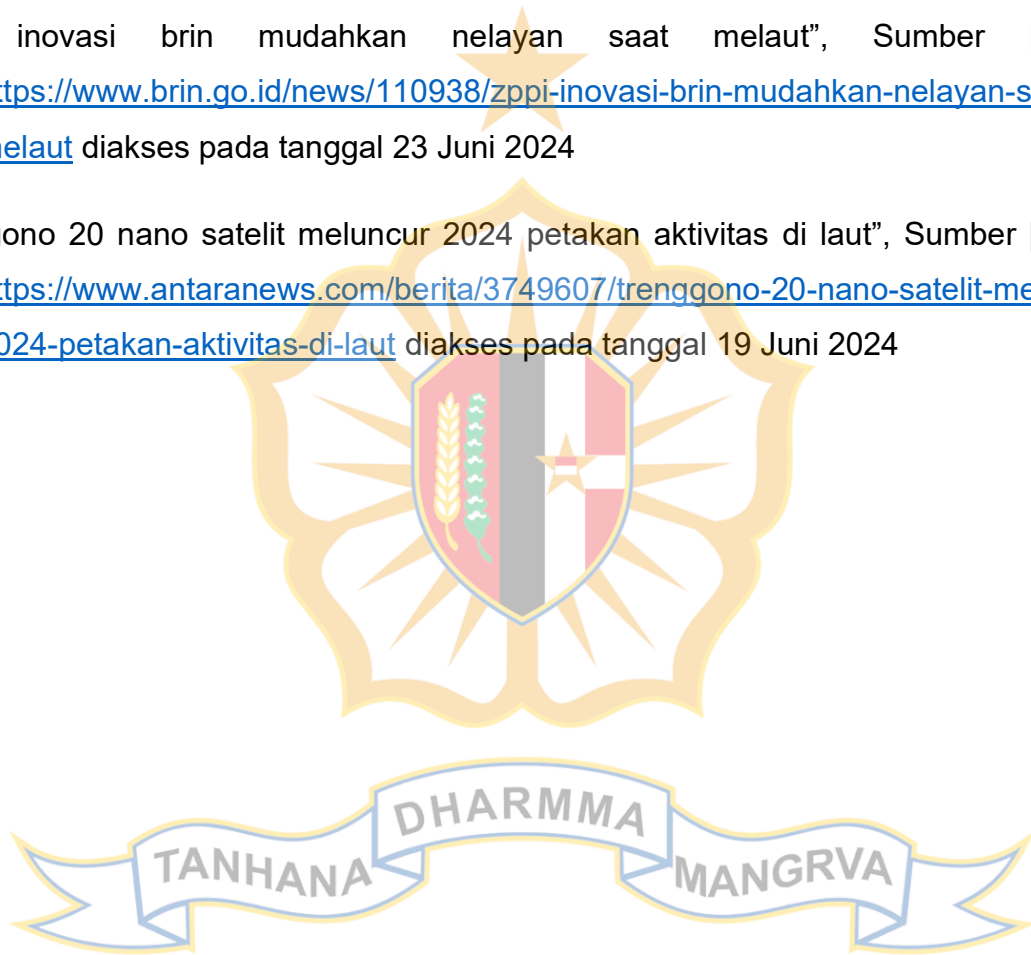
Jumlah nelayan di Indonesia terus menurun akibat krisis iklim dan industri ekstraktif”, Sumber [Online]: <https://www.walhi.or.id/jumlah-nelayan-di-indonesia-terus-menurun-akibat-krisis-iklim-dan-industri-ekstraktif> diakses pada tanggal 08 Mei 2024

Indonesia bisa sejahtera dari sektor ekonomi kelautan”, Sumber [Online]: <https://www.unpad.ac.id/2020/08/indonesia-bisa-sejahtera-dari-sektor-ekonomi-kelautan/> diakses pada tanggal 08 Mei 2024

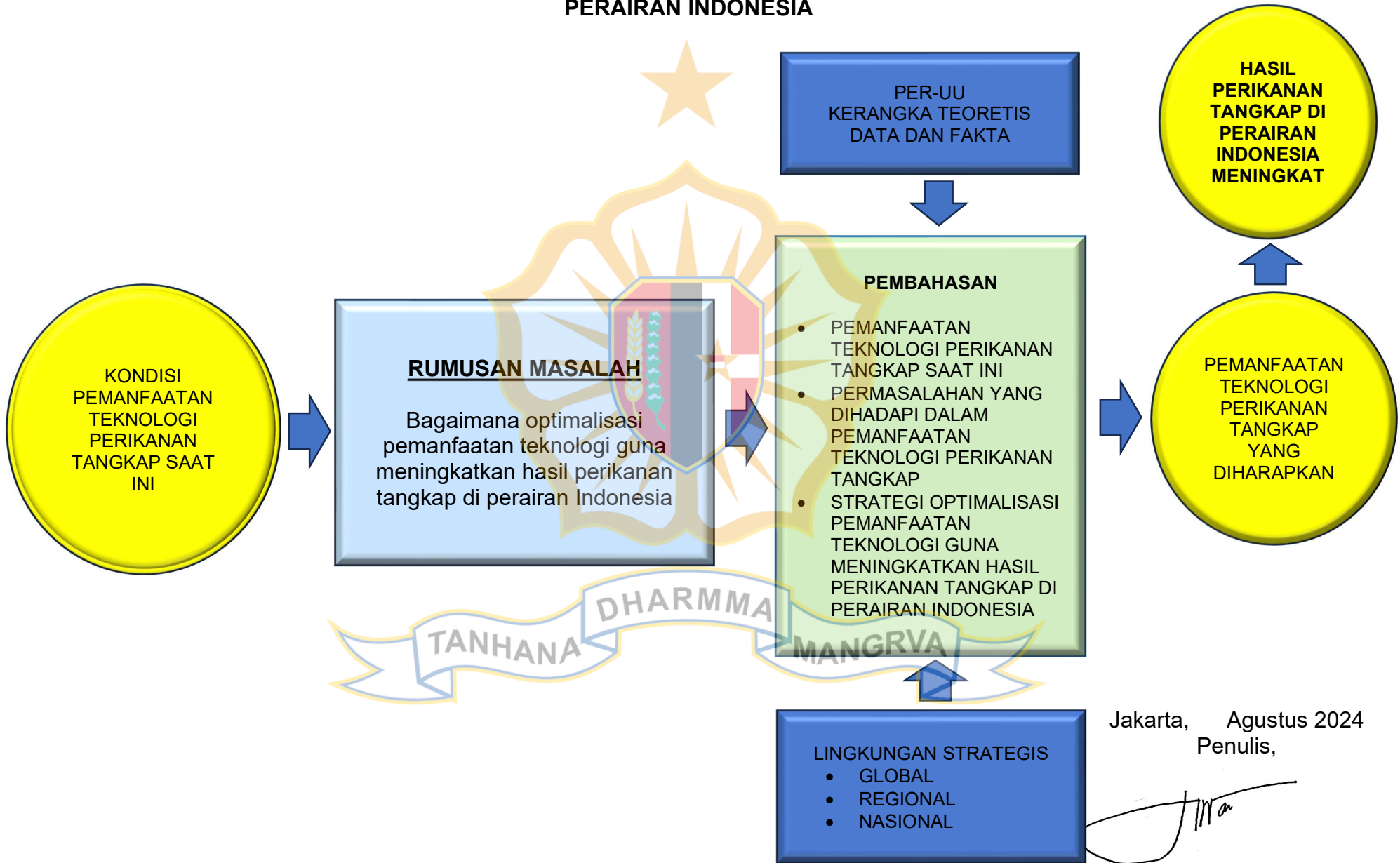
Nelayan Indonesia susah maju2”, Sumber [Online]: <https://kumparan.com/renan-hafsar/nelayan-indonesia-susah-maju-2-1uS63MLgvvl/full> diakses pada tanggal 28 Juni 2024

ZPPI inovasi brin memudahkan nelayan saat melaut”, Sumber [Online]: <https://www.brin.go.id/news/110938/zppi-inovasi-brin-mudahkan-nelayan-saat-melaut> diakses pada tanggal 23 Juni 2024

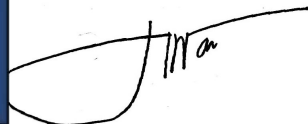
Trenggono 20 nano satelit meluncur 2024 petakan aktivitas di laut”, Sumber [Online]: <https://www.antaraneews.com/berita/3749607/trenggono-20-nano-satelit-meluncur-2024-petakan-aktivitas-di-laut> diakses pada tanggal 19 Juni 2024



ALUR PIKIR
OPTIMALISASI PEMANFAATAN TEKNOLOGI GUNA MENINGKATKAN HASIL PERIKANAN TANGKAP DI PERAIRAN INDONESIA



Jakarta, Agustus 2024
Penulis,


Irwan Hardjunadi, S.T., M.Tr Opsla.
Kolonel Laut (T) NRP 10741/P

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Kolonel Laut (T) Irwan Hardjunadi, S.T., M.Tr. Opsla lahir di Jakarta pada tanggal 23 Juni 1972 dan memiliki seorang istri bernama Ayu Ernilawati serta tiga anak dari istri tercinta, yaitu: Alysa, Muhammad Azka, dan Muhammad Afra.

Setelah lulus dari SMA, Penulis melanjutkan pendidikan militer di Akademi TNI Angkatan Laut (AAL) dan lulus pada tahun 1993. Penulis memiliki gelar S-1 dari Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut (STTAL) yang diselesaikan pada tahun 2006, dan gelar S-2 Vokasi dari Seskoal Jakarta yang diselesaikan pada tahun 2012.

Penulis juga menyelesaikan pendidikan pengembangan militer, yaitu pendidikan Staf dan Komando TNI AL (Seskoal) pada tahun 2012 dan pendidikan Staf dan Komando TNI (Sesko TNI) pada tahun 2021. Pada tahun 2024, Penulis mengikuti Program Pendidikan Reguler Angkatan (PPRA) LXVI Lemhannas RI.

Sebagai Perwira TNI AL, Penulis pernah bertugas di beberapa KRI, yaitu: sebagai Asisten Perwira Divisi Motor Pokok di KRI Singa-651, Kepala Divisi Motor Pokok di KRI KRI Singa-651, Kepala Divisi Motor Pokok di KRI KRI Mandau-621, dan Kepala Departemen Permesinan di KRI Hiu-804.

Penulis juga memiliki beberapa pengalaman kedinasan di pendirat, yaitu: sebagai Kasubsi Naskah, Buku dan Peta Dishidros, Kepala Bengkel Bakap di Fasharkan Mentigi, Perwira Seksi Pemeliharaan Material di Satuan Kapal Cepat Armabar, Kepala Sub Dinas Perencanaan Dismatbek Koarmabar, Pabanren Slog Lantamal IV TPI, Pabandya Progar Slogal, Asisten Logistik Danguskamla Koarmada III, Dosen SBS OMSP Seskoal, Asisten Logistik Danlantamal IX Ambon, Pabanren Slog Koarmada RI, dan Asisten Logistik Danpushidrosal.

Penulis memiliki sertifikat, yaitu: Sertifikat Pengadaan Barang dan Jasa Pemerintah, beberapa penghargaan yang dimiliki antara lain: tanda jasa SL Kesetiaan VIII, XVI, XXIV dan SL Seroja.

Jakarta, Agustus 2024
Penulis,

Irwan Hardjunadi, S.T., M.Tr.Opsla.
Kolonel Laut (T) NRP 10741/P