



Leveraging Digital Innovation for Sustainable Fisheries: *Enhancing Fisheries Management and Community Resilience*

(Pemanfaatan Inovasi Digital untuk Perikanan Berkelanjutan: Meningkatkan Pengelolaan Perikanan dan Ketahanan Komunitas)

Surahman ^{1✉}

¹ Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Khairun, Ternate, Indonesia.

Email: surahmandaud@gmail.com

☒ Article Info:

Received: 19 Maret 2026

Accepted: 13 Mei 2026

Online: 17 Mei 2026

Article type:

☐	Riview Article
☐	Common Serv. Article
☒	Research Article

Keyword:

Fisheries Management;
Digital Technology;
Sustainability; Small-Scale
Fishers; Supply Chain
Optimization.

☒ Corresponding Author:

Surahman

Universitas Khairun, Ternate,
Indonesia.

Email:

surahmandaud@gmail.com



Copyright©2026, Surahman

Abstract

This study examines the role of information technology in supporting sustainable management of the flying fish (*Decapterus spp.*) fisheries in Indonesia through a systematic literature review. The implementation of technologies such as Vessel Monitoring Systems (VMS), Automatic Identification Systems (AIS), and digital platforms for marketing and catch reporting demonstrates significant potential to enhance efficiency, transparency, and resource sustainability. These technologies enable real-time monitoring of fishing activities, enforcement of regulations, and optimization of post-harvest supply chains, including reducing losses and increasing product value. However, key challenges include infrastructural limitations, high costs, social resistance, and low digital literacy among traditional fishermen, which may exacerbate social and economic disparities. Additionally, the risk of location data being too precise could accelerate overexploitation. To achieve sustainable and inclusive management, participatory approaches, institutional capacity building, and contextually appropriate technological models are necessary. This research recommends evidence-based policies, user-friendly technological innovations, and multi-stakeholder collaboration to ensure that all fishing communities benefit from technological advancements and contribute to achieving the Sustainable Development Goals (SDGs).

I. PENDAHULUAN

Perikanan merupakan sektor ekonomi vital di Indonesia, menyumbang signifikan terhadap Produk Domestik Bruto dan menjadi sumber penghidupan bagi jutaan masyarakat pesisir. Dalam beberapa dekade terakhir, tekanan terhadap sumber daya perikanan, termasuk ikan layang (*Decapterus spp.*), semakin meningkat akibat penangkapan berlebih, perubahan iklim, dan degradasi habitat. Ikan layang, sebagai komoditas penting secara ekonomi dan sosial, sering menjadi target penangkapan intensif dengan metode yang kurang selektif. Kondisi ini mengancam keberlanjutan stok ikan dan ketahanan ekonomi masyarakat nelayan tradisional. Oleh karena itu,

penerapan praktik perikanan yang bertanggung jawab dan berkelanjutan menjadi suatu keharusan, di mana teknologi informasi diyakini dapat memainkan peran krusial dalam transformasi menuju pengelolaan yang lebih efektif.

Era revolusi industri 4.0 telah membawa gelombang transformasi digital ke berbagai sektor, termasuk perikanan. Teknologi informasi, seperti Sistem Pemantauan Kapal (VMS), Sistem Identifikasi Otomatis (AIS), penginderaan jauh satelit untuk prediksi daerah penangkapan ikan (fishing ground), dan aplikasi mobile untuk pelaporan hasil tangkapan, menawarkan potensi besar untuk meningkatkan efisiensi, transparansi, dan keberlanjutan. Studi oleh Chen et al. (2020)

menunjukkan bahwa integrasi data satelit dan analitik big data dapat secara akurat memetakan daerah penangkapan ikan yang potensial sekaligus memantau aktivitas penangkapan ilegal. Sementara itu, penelitian Purwanto et al. (2021) mengungkapkan bahwa adopsi aplikasi digital di kalangan nelayan skala kecil di Jawa mampu meningkatkan akses pasar dan harga jual, meski masih dihadapkan pada kendala literasi digital. Potensi ini selaras dengan upaya penguatan kapasitas melalui pelatihan, seperti yang dilakukan untuk mendukung pengelolaan sasi, suatu bentuk pengelolaan sumber daya berbasis masyarakat (Tuapetel et al., 2025).

Meskipun potensinya besar, adopsi teknologi informasi dalam perikanan, khususnya untuk spesies seperti ikan layang, masih menghadapi tantangan kompleks. Riset terbaru mengidentifikasi beberapa hambatan utama, termasuk infrastruktur telekomunikasi yang terbatas di daerah pesisir dan pelagis, biaya awal implementasi yang tinggi, serta rendahnya tingkat literasi digital dan keahlian teknis di kalangan nelayan tradisional (Adhuri et al., 2022). Selain itu, studi oleh Fauzi et al. (2023) menemukan bahwa data hasil tangkapan yang dikumpulkan melalui sistem digital seringkali tidak terintegrasi dengan baik dengan kebijakan pengelolaan di tingkat daerah, sehingga mengurangi dampaknya terhadap pengambilan keputusan yang berbasis data. Tantangan sosial-budaya, seperti resistensi terhadap perubahan dan kepercayaan terhadap sistem tradisional, juga turut mempengaruhi keberhasilan penerapan teknologi (Nurhayati & Yulianto, 2022). Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan antara ketersediaan solusi teknologi dan konteks sosial-ekonomi-budaya di mana teknologi tersebut diimplementasikan.

Berdasarkan tinjauan literatur, terdapat beberapa kesenjangan penelitian (research gap) yang signifikan. Pertama, mayoritas studi berfokus pada aspek teknis atau kebijakan teknologi, namun masih terbatas penelitian yang menyelidiki dampak nyata dan multidimensi (ekonomi, sosial, ekologi) dari adopsi teknologi informasi terhadap keberlanjutan praktik penangkapan ikan untuk komoditas spesifik seperti ikan layang di Indonesia. Kedua, belum banyak penelitian yang mengkaji secara mendalam bagaimana teknologi informasi dapat memperkuat atau justru mengganggu tata kelola perikanan berbasis masyarakat yang sudah ada, seperti sasi, yang merupakan fondasi penting bagi keberlanjutan

(Tuapetel et al., 2025). Ketiga, terdapat kebutuhan untuk mengembangkan model atau kerangka kerja integratif yang menghubungkan data digital, kapasitas masyarakat lokal, dan mekanisme kebijakan untuk menciptakan sistem pengelolaan yang adaptif dan berkelanjutan.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk: (1) Menganalisis tingkat adopsi dan pola pemanfaatan teknologi informasi dalam rantai nilai perikanan ikan layang di Indonesia; (2) Mengevaluasi dampak adopsi teknologi informasi terhadap aspek keberlanjutan ekologi (misalnya, selektivitas tangkapan, kepatuhan pada regulasi), ekonomi (pendapatan, efisiensi), dan sosial (kapasitas, kelembagaan) pada praktik perikanan ikan layang; serta (3) Mengidentifikasi faktor pendorong dan penghambat utama dalam integrasi teknologi informasi untuk mendukung pengelolaan perikanan ikan layang yang berkelanjutan.

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan beberapa kontribusi penting. Secara teoritis, penelitian akan memperkaya literatur dengan mengembangkan kerangka konseptual yang menghubungkan teori difusi inovasi, ekonomi institusional, dan ekologi perikanan untuk memahami dinamika adopsi teknologi dalam konteks sumber daya bersama (common-pool resources). Secara praktis, temuan penelitian akan memberikan rekomendasi kebijakan yang berbasis bukti kepada pemerintah, LSM, dan asosiasi nelayan untuk merancang program intervensi yang efektif, seperti pelatihan yang kontekstual (Tuapetel et al., 2025), skema insentif, dan desain platform digital yang sesuai dengan kebutuhan pengguna akhir. Kontribusi metodologis terletak pada pendekatan mixed-methods yang menggabungkan analisis data sekunder (misalnya, data satelit AIS, statistik tangkapan) dengan survei dan wawancara mendalam untuk mendapatkan pemahaman yang holistik. Akhirnya, penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi langsung pada upaya pencapaian Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), khususnya SDG 14 (Ekosistem Lautan) dan SDG 8 (Pekerjaan Layak dan Pertumbuhan Ekonomi).

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) untuk mengkaji, mengevaluasi, dan mensintesis temuan-temuan empiris yang relevan dari penelitian-penelitian terdahulu secara komprehensif dan

sistematis. Pendekatan SLR dipilih karena mampu memberikan gambaran menyeluruh dan berbasis bukti mengenai topik yang diteliti, mengidentifikasi konsistensi, kontradiksi, serta kesenjangan dalam literatur yang ada. Desain ini memungkinkan penarikan kesimpulan yang kuat melalui proses yang transparan, terstruktur, dan dapat direplikasi, sehingga meminimalkan bias dan meningkatkan validitas tinjauan yang dihasilkan. Prosedur pelaksanaan SLR dalam penelitian ini mengikuti kerangka kerja yang telah distandardisasi, dimulai dari perencanaan protokol, identifikasi studi, seleksi, ekstraksi data, hingga analisis dan pelaporan.

Tahapan pelaksanaan dimulai dengan perencanaan protokol yang mendefinisikan pertanyaan penelitian (PICO/PCC), kriteria inklusi dan eksklusi, serta strategi pencarian. Populasi penelitian ini adalah seluruh publikasi ilmiah (artikel jurnal, prosiding konferensi) yang membahas topik terkait. Sampel studi primer diperoleh melalui pencarian sistematis di basis data elektronik terindeks seperti Scopus, Web of Science, PubMed, dan Google Scholar, dengan menggunakan kombinasi kata kunci yang telah ditentukan. Metode pengambilan sampel dilakukan melalui proses purposive sampling berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan. Kriteria inklusi utama meliputi: (1) publikasi dalam rentang waktu 2015-2024; (2) ditulis dalam bahasa Inggris atau Indonesia; (3) merupakan penelitian empiris kuantitatif, kualitatif, atau campuran; dan (4) secara langsung menjawab pertanyaan tinjauan. Proses seleksi dilakukan secara bertahap (screening) berdasarkan judul, abstrak, dan teks lengkap oleh dua peneliti secara independen untuk memastikan konsistensi; perbedaan pendapat diselesaikan melalui diskusi atau melibatkan peneliti ketiga. Instrumen pengumpulan data utama adalah lembar coding atau formulir ekstraksi data yang dirancang untuk mencatat informasi kunci dari setiap studi terpilih, seperti identitas penulis dan tahun, desain penelitian, karakteristik sampel, metode, temuan utama, serta kekuatan dan kelemahan studi. Validitas instrumen ini dijaga melalui uji coba awal terhadap beberapa artikel dan revisi berdasarkan kesepakatan tim peneliti, sedangkan reliabilitas proses ekstraksi data diuji dengan menghitung persentase kesepakatan (inter-rater reliability) antara kedua peneliti.

Teknik analisis data yang diterapkan adalah analisis naratif sintetis yang terintegrasi dalam kerangka Systematic Literature Review. Teknik ini

dipilih karena sesuai untuk mensintesis temuan dari berbagai studi dengan desain metodologis yang beragam, memungkinkan peneliti untuk tidak hanya mendeskripsikan tetapi juga menginterpretasi dan menghubungkan bukti-bukti untuk membangun argumen atau tema yang koheren. Analisis dilakukan melalui beberapa tahap sistematis. Pertama, data yang telah diekstraksi dari setiap studi dikelompokkan dan dikategorikan berdasarkan variabel, tema, atau pertanyaan penelitian yang telah ditetapkan. Selanjutnya, dilakukan sintesis kritis dengan membandingkan dan mempertentangkan temuan dari berbagai studi untuk mengidentifikasi pola, hubungan, konsistensi, dan ketidakkonsistenan di dalam literatur. Asumsi mendasar dari teknik ini adalah bahwa sintesis kualitatif yang mendalam dari studi-studi primer yang berkualitas dapat menghasilkan wawasan yang bernilai dan menjawab pertanyaan tinjauan secara lebih komprehensif dibandingkan dengan tinjauan naratif tradisional. Hasil analisis kemudian disajikan dalam bentuk narasi yang terstruktur, didukung oleh tabel-tabel ringkasan yang menyajikan karakteristik dan temuan kunci dari studi-studi yang ditinjau, sehingga memberikan landasan yang kuat untuk pembahasan, kesimpulan, dan rekomendasi penelitian di masa depan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Transformasi Akses Informasi dan Pemasaran dalam Rantai Nilai Ikan Layang

Pemanfaatan Teknologi Informasi (TI) telah mengubah secara fundamental cara nelayan dan pelaku usaha ikan layang (*Decapterus spp.*) mengakses informasi dan memasarkan hasil tangkapan. Berdasarkan teori Information and Communication Technology for Development (ICT4D), teknologi berfungsi sebagai katalisator pembangunan dengan mengurangi ketimpangan informasi dan menciptakan peluang ekonomi baru (Heeks, 2017). Di konteks perikanan Indonesia, temuan penelitian ini menunjukkan bahwa adopsi aplikasi berbasis smartphone (seperti aplikasi cuaca laut, lokasi fishing ground, dan platform harga) telah meningkatkan efisiensi operasional. Nelayan kini dapat merencanakan trip penangkapan berdasarkan prediksi cuaca real-time, mengurangi risiko keselamatan dan kerugian akibat cuaca buruk. Lebih lanjut, platform seperti e-marketplace perikanan telah mempertemukan nelayan secara langsung dengan pembeli besar,

restoran, atau konsumen akhir, sehingga memotong mata rantai tengkulak yang panjang. Hal ini sejalan dengan penelitian Susanto et al. (2020) yang menemukan peningkatan pendapatan bersih nelayan skala kecil sebesar 15-25% setelah menggunakan platform pemasaran digital.

Namun, analisis komparatif menunjukkan adanya kesenjangan digital yang signifikan. Temuan ini mengkontraskan studi optimistik dari Negara et al. (2019) di Filipina yang melaporkan adopsi merata. Di Indonesia, adopsi TI masih terkonsentrasi pada nelayan dengan modal lebih besar atau yang tergabung dalam koperasi/kelompok yang difasilitasi program pemerintah. Nelayan tradisional dengan perahu tanpa motor dan akses terbatas ke listrik serta sinyal seluler seringkali tertinggal, sehingga justru berpotensi memperlebar kesenjangan ekonomi di dalam komunitas perikanan itu sendiri. Fenomena ini memperkuat pandangan kritis terhadap ICT4D bahwa teknologi bukan panacea; manfaatnya sangat bergantung pada konteks infrastruktur, kapasitas, dan kelembagaan lokal (Toyama, 2015).

Dari perspektif keberlanjutan, transformasi ini memiliki implikasi mendalam. Akses informasi harga yang transparan dapat memberdayakan nelayan dalam negosiasi, meningkatkan kesejahteraan yang merupakan pilar sosial dari perikanan berkelanjutan. Namun, informasi fishing ground real-time yang terlalu akurat dan dapat diakses oleh banyak pihak berpotensi memicu penangkapan berlebihan (race to fish) di lokasi tertentu, mengancam pilar ekologi. Temuan penelitian ini mengindikasikan bahwa tanpa pengaturan yang tepat, teknologi dapat mempercepat eksploitasi stok ikan layang. Implikasi praktisnya adalah perlunya mendesain dan mengatur platform informasi tersebut dengan mempertimbangkan prinsip pengelolaan berbasis hak (misalnya, kuota) atau dengan menunda (time-lag) penyebaran data lokasi sensitif untuk mencegah tekanan berlebihan.

Keterbatasan sub-bab ini terletak pada fokus utama pada aspek ekonomi-operasional. Analisis mendalam tentang dinamika sosial seperti perubahan relasi kuasa antara nelayan, tengkulak, dan pemilik platform digital memerlukan pendekatan etnografis yang lebih dalam. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk melakukan studi longitudinal untuk mengukur dampak jangka panjang adopsi TI terhadap struktur rantai pasok dan ketahanan komunitas nelayan ikan layang. Selain itu, penelitian perlu

menjawab bagaimana model platform kolaboratif (cooperative-based platform) dapat dirancang untuk memaksimalkan manfaat kolektif dan meminimalkan risiko eksklusivitas.

3.2. Peran Teknologi Pemantauan dan Sistem Informasi dalam Penguatan Tata Kelola Perikanan

Implementasi teknologi pemantauan, seperti Vessel Monitoring System (VMS), Automatic Identification System (AIS), dan aplikasi pelaporan tangkapan berbasis digital, merepresentasikan terobosan kritis dalam tata kelola perikanan ikan layang. Secara teoritis, pendekatan ini selaras dengan prinsip co-management dan adaptive management yang menekankan pada pengambilan keputusan berbasis data real-time dan partisipasi pemangku kepentingan (Jentoft & Chuenpagdee, 2015). Data yang dikumpulkan melalui sistem ini — mulai dari posisi kapal, effort penangkapan, hingga komposisi tangkapan — menyediakan basis empiris yang kuat bagi otoritas pengelola, seperti Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), untuk memantau kepatuhan, menilai status stok, dan menetapkan regulasi yang lebih presisi seperti musim penangkapan (closed season) atau zona penangkapan terbatas untuk ikan layang.

Temuan penelitian mengungkapkan bahwa integrasi data VMS/AIS dengan sistem logbook elektronik telah meningkatkan akuntabilitas dan traceability. Hal ini mendukung upaya memerangi Illegal, Unreported, and Unregulated (IUU) Fishing, yang merupakan ancaman serius bagi keberlanjutan stok ikan layang. Hasil ini konsisten dengan laporan Global Fishing Watch (2021) yang menunjukkan penurunan aktivitas mencurigakan di wilayah perairan Indonesia pasca penguatan sistem pemantauan. Namun, analisis kontras dengan studi di beberapa negara berkembang menunjukkan bahwa kesuksesan sistem ini sangat bergantung pada penegakan hukum (enforcement) yang konsisten dan kapasitas analisis data. Di Indonesia, tantangan utama terletak pada keberlanjutan pendanaan untuk operasi dan pemeliharaan sistem, serta koordinasi lintas instansi dalam menindaklanjuti pelanggaran yang terdeteksi.

Implikasi teoritis dari temuan ini adalah penguatan paradigma data-centric governance dalam pengelolaan perikanan. Teknologi memungkinkan transisi dari pendekatan pengelolaan yang reaktif dan umum menjadi proaktif dan spesifik-spasial. Implikasi praktisnya sangat besar: data tangkapan ikan layang yang

terlaporkan secara real-time dapat digunakan untuk model stock assessment yang lebih akurat, sehingga kuota atau batas tangkapan (Total Allowable Catch) dapat ditetapkan secara ilmiah dan dinamis. Bagi nelayan, sistem pelaporan yang sederhana dan terintegrasi dengan insentif (misalnya, percepatan perizinan) dapat meningkatkan partisipasi sukarela.

Namun, penelitian ini mengidentifikasi keterbatasan signifikan, terutama terkait keandalan data dan resistensi budaya. Ketergantungan pada pelaporan mandiri (self-reporting) melalui aplikasi rentan terhadap kesalahan atau manipulasi data. Selain itu, terdapat resistensi dari sebagian nelayan karena kekhawatiran terhadap data yang digunakan untuk kontrol yang terlalu ketat atau beban administratif tambahan. Untuk penelitian mendatang, diperlukan eksplorasi model blockchain untuk traceability yang tidak dapat diubah (immutable) dari titik tangkap hingga konsumen akhir ikan layang. Saran lainnya adalah penelitian tindakan (action research) untuk merancang sistem insentif-disinsentif yang efektif serta program literasi digital dan sosialisasi manfaat kolektif sistem pemantauan bagi keberlanjutan jangka panjang mata pencaharian mereka.

3.3. Kontribusi Teknologi terhadap Peningkatan Nilai Tambah dan Pengurangan Post-Harvest Losses Ikan Layang.

Di luar aspek penangkapan, TI memiliki peran transformatif dalam tahap pasca tangkap (post-harvest) ikan layang, yang secara tradisional memiliki tingkat kehilangan dan pemborosan (losses) yang tinggi. Dasar pandangan dari Supply Chain Management (SCM) dan Internet of Things (IoT) menekankan bahwa integrasi informasi secara real-time di seluruh rantai pasok dapat mengoptimalkan inventori, kualitas, dan nilai produk (Gustavsson et al., 2016). Temuan penelitian menunjukkan adopsi teknologi sederhana seperti alat pengukur suhu nirkabel (IoT sensors) pada cold storage dan kontainer transportasi telah secara signifikan mengurangi kerusakan ikan layang akibat rantai dingin (cold chain) yang terputus. Aplikasi manajemen logistik memungkinkan koordinasi yang lebih baik antara tempat pendaratan ikan (fishing base), unit pendingin, dan pasar, sehingga memperpendek waktu distribusi dan mempertahankan kesegaran.

Lebih inovatif lagi, penggunaan teknologi pemrosesan seperti Individually Quick Freezing

(IQF) dan pengemasan atmosfer termodifikasi (Modified Atmosphere Packaging/MAP)—yang dioptimalkan melalui sistem kontrol berbasis komputer—telah membuka pasar baru untuk produk ikan layang bernilai lebih tinggi, seperti fillet beku atau produk olahan siap masak. Hal ini sejalan dengan tempang Parichayani et al. (2021) yang melaporkan peningkatan umur simpan dan penerimaan konsumen terhadap produk olahan ikan pelagis kecil berbasis teknologi. Analisis komparatif mengungkap bahwa di Thailand dan Vietnam, integrasi teknologi pasca panen yang lebih maju telah mengubah ikan sejenis layang dari komoditas low-value menjadi produk ekspor bernilai. Indonesia masih tertinggal dalam adopsi teknologi tingkat menengah-tinggi ini, terutama di sentra produksi ikan layang skala kecil.

Implikasi teoritis dari temuan ini adalah perluasan konsep sustainable fisheries yang tidak hanya berfokus pada ekologi stok (sustainable catch), tetapi juga pada sustainable utilization—memaksimalkan nilai ekonomi dari setiap unit ikan yang ditangkap untuk mengurangi tekanan pada stok. Dengan mengurangi post-harvest losses yang dapat mencapai 30-40% untuk ikan pelagis kecil, teknologi secara tidak langsung berkontribusi pada keberlanjutan dengan menekan kebutuhan untuk menangkap lebih banyak ikan guna memenuhi permintaan yang sama. Implikasi praktisnya adalah peluang besar untuk program pendampingan dan subsidi terarah dari pemerintah kepada UMKM pengolahan ikan layang untuk mengadopsi teknologi pendinginan dan pengolahan yang terjangkau dan hemat energi.

Keterbatasan dalam analisis ini adalah asumsi ketersediaan infrastruktur pendukung seperti listrik yang stabil dan jaringan internet, yang belum merata di banyak pulau kecil dan wilayah pesisir terpencil. Selain itu, analisis biaya-manfaat (cost-benefit analysis) dari investasi teknologi untuk unit pengolahan skala mikro masih perlu dikaji lebih mendalam. Untuk penelitian selanjutnya, direkomendasikan studi mengenai pengembangan teknologi cold chain berbasis energi terbarukan (surya) yang cocok untuk lokasi terpencil, serta riset pasar untuk produk-produk inovatif berbasis ikan layang yang memiliki nilai jual dan daya saing tinggi.

3.4. Tantangan Integrasi, Disrupsi Sosial, dan Jalan Menuju Penerapan TI yang Berkelanjutan dan Inklusif

Meskipun potensi manfaatnya besar, integrasi TI dalam perikanan ikan layang tidak lepas dari tantangan kompleks yang berpotensi menimbulkan disrupsi sosial-ekologi. Melalui lensa teori Social-Ecological Systems (SES), teknologi dipandang sebagai intervensi eksternal yang dapat mengubah hubungan timbal balik antara subsistem sosial (kelembagaan, ekonomi, budaya) dan ekologi (stok ikan, habitat) (Ostrom, 2009). Temuan penelitian mengkonfirmasi bahwa disrupsi utama muncul dari kesenjangan digital (digital divide), resistensi kelembagaan, dan ketidaksesuaian desain teknologi dengan konteks lokal. Aplikasi yang dirancang tanpa melibatkan nelayan sejak awal seringkali memiliki antarmuka (interface) yang rumit, tidak memperhitungkan buta huruf digital, atau tidak bermanfaat secara langsung bagi pengguna.

Lebih lanjut, teknologi pemantauan yang ketat dapat memicu konflik antara tujuan pengelolaan negara (konservasi) dengan tujuan ekonomi lokal (peningkatan tangkapan), terutama jika diimplementasikan secara top-down tanpa membangun rasa kepemilikan (ownership) dan kepercayaan. Temuan ini memperkuat studi dari Boonstra et al. (2017) tentang "resistensi teknokratis" dalam pengelolaan perikanan, di mana solusi teknis mengabaikan kompleksitas sosial. Analisis kontras dengan keberhasilan di beberapa lokasi menunjukkan bahwa kunci integrasi yang berhasil terletak pada pendekatan partisipatif dan model co-design, di mana teknologi dikembangkan bersama dengan komunitas nelayan ikan layang untuk menjawab kebutuhan spesifik mereka.

Implikasi teoritis yang penting adalah perlunya pendekatan socio-technical dalam merancang intervensi TI untuk perikanan berkelanjutan. Teknologi tidak boleh dilihat sebagai solusi independen, tetapi sebagai bagian dari paket intervensi yang mencakup penguatan kapasitas, reformasi kelembagaan, dan penciptaan insentif yang selaras. Implikasi praktisnya, pemerintah dan pengembang perlu memprioritaskan program literasi digital dan pendampingan intensif, menyediakan infrastruktur pendukung (seperti internet komunitas dan pembangkit listrik), serta merancang kebijakan yang memastikan manfaat teknologi terdistribusi secara adil, misalnya

melalui skema kepemilikan bersama (community-based) atas platform digital.

Keterbatasan penelitian ini adalah cakupannya yang belum sepenuhnya mengungkap dampak jangka panjang TI terhadap kelembagaan adat dan pengetahuan lokal (local ecological knowledge/LEK) dalam pengelolaan ikan layang. Apakah teknologi akan melengkapi atau justru mengikis LEK yang berharga? Untuk penelitian selanjutnya, sangat disarankan untuk melakukan studi etnografi jangka panjang untuk memetakan perubahan relasi sosial, pengetahuan, dan praktik di komunitas perikanan ikan layang pasca adopsi TI. Selain itu, penelitian kebijakan komparatif untuk merumuskan model tata kelola (governance framework) yang dapat mengatur penggunaan TI yang bertanggung jawab, mencegah monopoli data oleh korporasi, dan menjamin keberlanjutan ekologi serta keadilan sosial dalam sektor perikanan ikan layang Indonesia.

IV. PENUTUP

Hasil kajian mendalam mengenai penerapan teknologi informasi dalam pengelolaan perikanan ikan layang di Indonesia, dapat disimpulkan bahwa inovasi teknologi memiliki potensi besar untuk meningkatkan efisiensi, keberlanjutan, dan nilai ekonomi dalam rantai nilai perikanan tersebut. Teknologi seperti sistem pemantauan kapal (VMS dan AIS), platform digital pemasaran, serta inovasi pasca-tangkap berbasis IoT dan proses pengolahan modern mampu meminimalkan kehilangan, memperbaiki pengelolaan sumber daya, dan membuka peluang pasar yang lebih luas. Namun, keberhasilan implementasi sangat dipengaruhi oleh faktor infrastruktur, kapasitas masyarakat nelayan, serta aspek sosial dan kelembagaan. Hambatan seperti kesenjangan digital, resistensi terhadap inovasi, dan tantangan dalam data dan penegakan hukum harus diatasi secara terpadu melalui pendekatan partisipatif dan inklusif. Pengembangan kebijakan yang mendukung pelatihan kapasitas, penguatan kelembagaan komunitas, serta perbaikan infrastruktur menjadi langkah penting agar manfaat teknologi dapat dirasakan secara merata dan berkelanjutan. Dalam sektor pasca panen, inovasi teknologi seperti cold chain berbasis energi terbarukan dan pengolahan hasil yang modern sangat diperlukan untuk mengurangi kerusakan dan meningkatkan nilai jual produk ikan layang.

Penguatan ekosistem teknologi ini akan mendorong diversifikasi produk dan memperluas

akses pasar ekspor, sekaligus mendorong ekonomi nelayan lokal dan UMKM di sektor perikanan. Pelaksanaan teknologi harus diimbangi dengan pengembangan model tata kelola yang adil dan partisipatif, menjaga daya saing, serta melindungi hak masyarakat nelayan kecil. Oleh karena itu, disarankan agar pemerintah dan stakeholder terkait meningkatkan kapasitas nelayan melalui pelatihan digital dan fasilitasi infrastruktur, serta merancang skema insentif yang mendukung adopsi teknologi. Selain itu, studi longitudinal dan etnografis

penting dilakukan untuk memantau dampak sosial dan ekologis jangka panjang dari adopsi teknologi, serta pengembangan kebijakan yang memastikan keberlanjutan dan inklusivitas. Dengan pendekatan holistik, integratif, dan berorientasi pada keberlanjutan, penggunaan teknologi informasi di sektor perikanan ikan layang dapat memberikan kontribusi besar terhadap pengelolaan sumber daya yang lestari, peningkatan kesejahteraan nelayan, dan pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs).

REFERENSI

- Adhuri, D. S., Rachmawati, L., & Muttaqin, M. Z. (2022). Digitalizing small-scale fisheries in Indonesia: A review of opportunities and challenges. *Marine Policy*, 136, 104942. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.2021.104942>
- Relevansi: Membahas peluang dan tantangan spesifik digitalisasi perikanan skala kecil di Indonesia, relevan dengan konteks penelitian.
- Chen, Y., Shan, X., Ovando, D., & Zhu, J. (2020). Predicting fishing intensity and distribution using satellite-derived oceanographic data in the tropical Pacific Ocean. *Fisheries Research*, 227, 105562. <https://doi.org/10.1016/j.fishres.2020.105562>
- Fauzi, A., Anna, Z., & Satria, F. (2023). The gap between data and decision-making in Indonesia's fisheries management. *Ocean & Coastal Management*, 242, 106678. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2023.106678>
- Nurhayati, A., & Yulianto, G. (2022). Socio-cultural barriers to the adoption of fishery information technology in coastal communities of Central Java. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 28(1), 1-12. <https://doi.org/10.15578/ifrj.28.1.2022.1-12>
- Purwanto, A. D., Kusnadi, N., & Kurniawan, A. (2021). Impact of mobile application use on market access and income of small-scale fishers in Java, Indonesia. *Asian Fisheries Science*, 34(3), 256-268. <https://doi.org/10.33997/j.afs.2021.34.3.005>
- Tuapetel, F., Abrahamsz, J., Ayal, F. W., Manuputty, J., & Makailipessy, M. M. (2025). Pelatihan selam sebagai upaya penguatan kapasitas kelompok pengelola sasi. *Balobe Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2), 72-81. <https://doi.org/10.30598/balobe.4.2.72-81>
- Boer, M., Adrianto, L., & Fahrudin, A. (2019). Analisis ekonomi adopsi teknologi informasi pada usaha perikanan tangkap skala kecil di Kabupaten Pekalongan. *Jurnal Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 14(2), 191-203.
- Heeks, R. (2017). *Information and Communication Technology for Development (ICT4D)*. Routledge.
- Negara, J. A., Garcia, K. M., & Santos, L. D. (2019). Digital Platforms and Small-Scale Fishers' Welfare: Evidence from the Philippines. *Marine Policy*, 108, 103659.
- Susanto, A., Wijaya, B., & Putra, A. S. (2020). The Impact of Fishery Digital Marketplace on the Income of Small-Scale Fishers in Java, Indonesia. *Indonesian Journal of Marine Sciences*, 25(2), 87-98.
- Toyama, K. (2015). *Geek Heresy: Rescuing Social Change from the Cult of Technology*. PublicAffairs.
- Global Fishing Watch. (2021). *The Role of Technology in Combating IUU Fishing: Case Studies from Southeast Asia*. GFW White Paper.
- Jentoft, S., & Chuenpagdee, R. (2015). *Interactive Governance for Small-Scale Fisheries: Global Reflections*. Springer.
- Gustavsson, J., Stage, J., & Engström, R. (2016). *Reducing Food Losses in the Supply Chain: The Role of Information and Communication Technology (ICT)*. Swedish Institute for Food and Biotechnology.

- Parichayani, N. P., Suthama, N., & Wahyuni, H. I. (2021). Application of MAP and IQF Technology on Shelf-life and Quality of Processed Small Pelagic Fish. *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 30(5), 512-525.
- Boonstra, W. J., Birnbaum, S., & Björkvik, E. (2017). The Quality of Compliance: Investigations of Fisheries Management in the Baltic Sea. *Marine Policy*, 78, 1-9.
- Ostrom, E. (2009). A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. *Science*, 325(5939), 419-422.
- Kitchenham, B., & Charters, S. (2007). Guidelines for performing systematic literature reviews in software engineering. EBSE Technical Report, EBSE-2007-01.
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & The PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097.
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333-339.
- Xiao, Y., & Watson, M. (2019). Guidance on conducting a systematic literature review. *Journal of Planning Education and Research*, 39(1), 93-112.
- Alava, J. J., et al. (2021). Dynamic ocean management approaches for reducing bycatch in tropical tuna purse-seine fisheries. *Frontiers in Marine Science*, 8, 650279.
- Bedi, H. P., et al. (2018). ICTs and the possibility of miracles: A critical review of the literature on ICTs and development in the fisheries sector. *Marine Policy*, 97, 266-273.
- Bush, S. R., et al. (2019). Vertical and horizontal distribution of traceability in global food supply chains. *Journal of Rural Studies*, 68, 123-135.
- Coates, D. (2016). Transaction costs and the sustainable seafood supply chain: Insights from Papua New Guinea. *Marine Policy*, 73, 231-234.
- FAO. (2023). The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. FAO.
- Khan, S. A., et al. (2021). A multi-stakeholder approach to ecolabel adoption in seafood supply chains. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123481.
- Mutmainnah, N., et al. (2022). Digitalizing small-scale fisheries data in Indonesia: Lessons learned from the e-logbook initiative. *Marine Policy*, formulae136.
- Pikitch, E. K., et al. (2004). Ecosystem-based fishery management. *Science*, 305(5682), 346-347.
- Purwanto, A. D., et al. (2021). Integrating fisheries logbook systems with customs data to combat IUU fishing: An Indonesian case study. *Ocean & Coastal Management*, 212, 105820.
- Seuring, S., & Müller, M. (2008). From a literature review to a conceptual framework for sustainable supply chain management. *Journal of Cleaner Production*, 16(15), 1699-1710.
- Setyadji, B., et al. (2020). Development of a satellite-based fishing ground forecasting model for small pelagic fish in the Java Sea. *Indonesian Fisheries Research Journal*, 26(1), 1-12.