

INTEGRASI LARITA DAN *FACE FISH* BERBASIS *ARTIFICIAL INTELLIGENCE* UNTUK PENGUATAN KAPASITAS TEKNOLOGI DAN PENDATAAN DIGITAL PADA PERIKANAN SKALA KECIL

Dani Irawan¹, Daya Negri Wijaya², Alma Huwaida Ramadhani³, Primasa Minerva

Nagari⁴, Edi Saputra⁵, Silvia Dita Nofita⁶

^{1,2,3,4,5,6}Universitas Negeri Malang, Indonesia

Email: dani.irawan.ft@um.ac.id

Abstrak

Perikanan tangkap skala kecil menghadapi tantangan berupa penggunaan teknologi pencahayaan yang belum efisien, pencatatan hasil tangkapan yang masih manual, serta keterbatasan kapasitas pengelolaan usaha berbasis data. Penelitian ini bertujuan menganalisis implementasi integrasi Lampu Celup Hemat Energi (LARITA) dan Face Fish berbasis Artificial Intelligence (AI) sebagai pendekatan teknologi untuk memperkuat efisiensi operasional, pendataan hasil tangkapan, dan kapasitas manajemen usaha nelayan. Penelitian menggunakan pendekatan pemberdayaan masyarakat melalui penerapan teknologi tepat guna, pelatihan, praktik langsung, pendampingan, dan evaluasi. Peserta kegiatan berjumlah 15 orang yang terlibat dalam aktivitas operasional dan pengelolaan usaha perikanan. LARITA diimplementasikan menggunakan lampu LED berdaya rendah yang ditempatkan di bawah permukaan air, sedangkan Face Fish AI digunakan untuk mendukung identifikasi dan pencatatan hasil tangkapan secara digital. Evaluasi pelatihan menggunakan pretest dan posttest menunjukkan peningkatan nilai rata-rata dari 56,67 menjadi 85,27 atau meningkat 28,60 poin. Sebanyak 13 peserta mampu mengoperasikan LARITA secara mandiri, 12 peserta mencapai kompetensi pemeliharaan dasar, 13 peserta mampu menggunakan Face Fish AI, dan 12 peserta mampu melakukan pencatatan usaha sederhana. Hasil menunjukkan bahwa integrasi teknologi tidak hanya menghasilkan perangkat, tetapi juga membentuk kapasitas pengguna dan sistem pendataan yang lebih terstruktur.

Kata Kunci: LARITA, Artificial Intelligence, Face Fish, Perikanan Tangkap, Pendataan Digital, Pemberdayaan Masyarakat, Manajemen Usaha.

Abstract

Small-scale capture fisheries face challenges related to inefficient fishing-lighting technologies, manual catch recording, and limited capacity for data-driven business management. This study aimed to analyze the implementation of an integrated Energy-Efficient Submersible Fishing Lamp (LARITA) and Artificial Intelligence (AI)-based Face Fish as a technological approach to strengthening operational efficiency, catch data management, and fishers' business management capacity. The study employed a community empowerment approach through appropriate technology implementation, training, hands-on practice, mentoring, and evaluation. The participants consisted of 15 individuals involved in fishing operations and fisheries business management. LARITA was implemented using low-power LED lamps installed below the water surface, while Face Fish AI was used to support fish identification and digital catch recording. Training evaluation using pretest and posttest results showed an increase in the mean score from 56.67 to 85.27, representing an improvement of 28.60 points. Thirteen participants were able to operate LARITA independently, 12 participants achieved basic maintenance competencies, 13 participants were able to use Face Fish AI, and 12 participants were able to perform basic business

record-keeping. The findings indicate that technology integration not only provides technological solutions but also contributes to strengthening user capacity and establishing a more structured catch-data management system.

Keywords: *LARITA, Artificial Intelligence, Face Fish, Small-Scale Capture Fisheries, Digital Catch Data, Community Empowerment, Business Management.*

A. PENDAHULUAN

Perikanan tangkap skala kecil memiliki posisi penting dalam menopang aktivitas ekonomi masyarakat, tetapi masih menghadapi berbagai persoalan terkait efisiensi teknologi, pengelolaan produksi, dan ketersediaan data. Dalam konteks perikanan yang beroperasi pada malam hari, pencahayaan menjadi salah satu komponen penting karena ikan pelagis memiliki respons terhadap cahaya. Namun, penggunaan sistem pencahayaan berdaya tinggi dapat meningkatkan kebutuhan energi dan biaya operasional. Laporan program di KHDTK Gurah menunjukkan bahwa nelayan masih menggunakan lampu konvensional dengan daya relatif tinggi sehingga efisiensi operasi penangkapan menjadi salah satu permasalahan utama. Kondisi tersebut menjadi semakin penting ketika biaya energi menjadi bagian signifikan dari biaya operasi perikanan skala kecil.

Efektivitas pencahayaan dalam kegiatan penangkapan ikan tidak hanya ditentukan oleh besarnya daya lampu, tetapi juga oleh karakteristik cahaya dan distribusinya di kolom perairan. Arimoto et al (2016) membahas respons perilaku ikan terhadap cahaya dan penerapannya dalam teknologi penangkapan, sedangkan Park & Lee (2018) menunjukkan pentingnya teknologi lampu penangkapan yang diarahkan pada efisiensi energi dan efektivitas hasil tangkapan. Penggunaan LED juga dilaporkan memiliki potensi untuk mengurangi kebutuhan energi dibandingkan sistem pencahayaan konvensional (Nguyen & Lee, 2017; Yu et al., 2022). Referensi tersebut memberikan dasar bahwa inovasi pencahayaan dapat menjadi salah satu strategi teknologi untuk meningkatkan efisiensi operasi penangkapan.

Permasalahan nelayan tidak berhenti pada teknologi penangkapan. Laporan menunjukkan bahwa pencatatan hasil tangkapan masih dilakukan secara manual dan belum terdokumentasi secara konsisten. Akibatnya, informasi mengenai komposisi spesies, jumlah tangkapan, pola produksi, dan informasi ekonomi belum tersedia dalam bentuk basis data yang dapat digunakan secara optimal untuk pengambilan keputusan.

Perkembangan computer vision dan deep learning memberikan peluang untuk mengatasi persoalan tersebut. Allken et al (2019) mengembangkan pendekatan identifikasi spesies ikan menggunakan deep learning untuk mendukung monitoring perikanan. Villon et al., (2018), Li et al., (2015); dan Salman et al., (2016)) juga menunjukkan potensi pengolahan citra dan deep learning dalam mendeteksi serta mengklasifikasikan ikan. Namun, penerapan teknologi berbasis citra dalam lingkungan nyata tetap menghadapi tantangan berupa variasi pencahayaan, posisi ikan, kualitas citra, latar belakang, ukuran ikan, serta ketersediaan data pelatihan yang representatif.

Dengan demikian, terdapat kebutuhan untuk tidak hanya memperkenalkan teknologi pencahayaan hemat energi atau sistem identifikasi ikan secara terpisah, tetapi mengintegrasikan teknologi penangkapan dengan sistem pendataan dan penguatan kapasitas pengguna. Literatur dalam laporan menunjukkan bahwa integrasi inovasi teknologi dengan pengelolaan berbasis data dapat mendukung efisiensi dan keberlanjutan usaha perikanan skala kecil (FAO, 2022; Geissdoerfer et al., 2017).

Research gap dalam konteks program ini terletak pada kebutuhan menghubungkan tiga komponen yang selama ini diperlakukan sebagai persoalan berbeda, yaitu efisiensi teknologi pencahayaan, identifikasi serta pendataan hasil tangkapan, dan kapasitas

manajemen usaha. Penelitian/program ini mengisi ruang tersebut melalui integrasi LARITA sebagai teknologi pencahayaan LED celup dengan Face Fish AI sebagai pendukung identifikasi dan pendataan hasil tangkapan, kemudian dilanjutkan dengan pelatihan dan pendampingan agar teknologi dapat digunakan oleh masyarakat.

Kontribusi penelitian terletak pada model integrasi teknologi–data–kapasitas, bukan semata-mata pada penyerahan perangkat. Model tersebut menempatkan nelayan sebagai pengguna sekaligus pelaksana teknologi melalui instalasi, praktik, pencatatan, pemeliharaan, dan pengelolaan data. Laporan secara eksplisit menunjukkan bahwa nilai tambah program berada pada integrasi teknologi penangkapan hemat energi, identifikasi berbasis AI, dan penguatan manajemen usaha.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk: (1) menganalisis implementasi LARITA pada operasi penangkapan malam hari; (2) menganalisis implementasi Face Fish AI untuk mendukung pendataan hasil tangkapan; dan (3) menganalisis perubahan kapasitas peserta setelah pelatihan, praktik, dan pendampingan teknologi serta manajemen usaha.

B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Teknologi pencahayaan hemat energi

Cahaya merupakan salah satu komponen penting dalam operasi penangkapan ikan malam hari. Respons ikan terhadap cahaya dipengaruhi oleh karakteristik spektrum, intensitas, dan distribusi cahaya dalam perairan. Oleh karena itu, peningkatan daya lampu tidak selalu identik dengan peningkatan efektivitas penangkapan. Arimoto et al. (2016) menempatkan respons perilaku ikan terhadap cahaya sebagai salah satu dasar dalam pengembangan teknologi penangkapan.

Penggunaan LED menjadi salah satu alternatif karena memiliki karakteristik konsumsi energi yang lebih rendah dibandingkan sistem pencahayaan konvensional. Penelitian yang dirujuk dalam laporan menunjukkan potensi LED dalam meningkatkan efisiensi energi sekaligus mendukung performa penangkapan (Nguyen & Lee, 2017; Yu et al., 2022). Dalam penelitian ini, prinsip tersebut diterapkan melalui LARITA, yaitu lampu LED berdaya rendah yang ditempatkan di bawah permukaan air. Sistem dirancang agar energi dari sumber daya kapal dialirkan melalui rangkaian pengkondisi daya menuju lampu LED celup. Lampu ditempatkan pada kedalaman sekitar 1–3 meter.

2. Artificial Intelligence untuk identifikasi ikan

Perkembangan deep learning memberikan peluang dalam otomatisasi identifikasi spesies ikan. Allken et al., (2019) menunjukkan penerapan deep learning untuk identifikasi spesies ikan dalam monitoring perikanan. Villon et al., (2018) mengembangkan metode deep learning untuk identifikasi ikan dalam citra bawah air, sedangkan Li et al., (2015) dan Salman et al., (2016) memperlihatkan perkembangan pendekatan deep learning untuk deteksi dan klasifikasi ikan. Namun, keberhasilan AI dalam kondisi lapangan tidak hanya ditentukan oleh algoritma. Kualitas citra, pencahayaan, posisi objek, latar belakang, ukuran ikan, dan ketersediaan data pelatihan dapat memengaruhi hasil identifikasi. Oleh karena itu, sistem seperti Face Fish AI perlu dikembangkan dan diuji menggunakan karakteristik ikan lokal agar dapat berfungsi secara konsisten pada konteks penggunaan sebenarnya.

3. Pendataan digital dan manajemen usaha

Pendataan digital memungkinkan informasi hasil produksi disimpan secara lebih sistematis. Data jenis ikan, jumlah tangkapan, waktu pencatatan, estimasi bobot, biaya, dan pendapatan dapat menjadi dasar evaluasi usaha. Dalam konteks pemberdayaan nelayan,

teknologi digital memiliki nilai strategis karena mengubah keputusan yang sebelumnya dominan berbasis pengalaman menjadi keputusan yang mulai didukung oleh data.

Dengan demikian, teknologi dalam penelitian ini tidak ditempatkan hanya sebagai alat produksi. LARITA menghasilkan dukungan teknologi untuk operasi penangkapan, sedangkan Face Fish AI mendukung pembentukan data produksi. Data tersebut kemudian diarahkan untuk mendukung pengelolaan usaha.

C. METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain one-group pretest–posttest yang dipadukan dengan observasi implementasi teknologi dan evaluasi keterampilan praktik. Desain penelitian terdiri atas $O_1 \rightarrow X \rightarrow O_2$, yaitu pretest sebelum intervensi, intervensi berupa pelatihan dan praktik penggunaan LARITA (Light-Assisted Recognition and Identification Technology) dan *Face Fish AI*, serta posttest setelah pelatihan. Penelitian melibatkan 15 peserta yang terdiri atas anggota kelompok nelayan dan pihak yang terlibat dalam kegiatan operasional serta pengelolaan usaha perikanan.

Pelaksanaan penelitian mencakup enam tahapan, yaitu (1) analisis kebutuhan, (2) implementasi teknologi, (3) pengembangan kompetensi pengguna, (4) penguatan keterampilan manajemen usaha, (5) pembentukan lingkungan pendukung, dan (6) evaluasi. Implementasi teknologi dilakukan melalui demonstrasi dan praktik pengoperasian LARITA, pengambilan gambar ikan, identifikasi menggunakan *Face Fish AI*, pemeriksaan hasil identifikasi, serta penyimpanan dan pencatatan data hasil tangkapan.

Instrumen penelitian meliputi tes pretest–posttest, lembar observasi, rubrik unjuk kerja, format pencatatan digital, dan dokumentasi. Instrumen digunakan untuk mengukur implementasi dan pengoperasian LARITA, pemeliharaan teknologi, penggunaan *Face Fish AI*, pendataan hasil tangkapan, serta pengetahuan peserta mengenai teknologi dan pengelolaan usaha. Data yang dikumpulkan mencakup data implementasi teknologi, kompetensi pengguna, data produksi hasil tangkapan, dan pengetahuan peserta sebelum dan sesudah pelatihan.

Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif melalui nilai rata-rata, persentase ketercapaian kompetensi, perubahan skor pretest–posttest, persentase peningkatan, dan N-Gain. Perubahan skor dihitung dari selisih nilai posttest dan pretest, sedangkan persentase peningkatan digunakan untuk menunjukkan perubahan relatif terhadap nilai awal. N-Gain digunakan untuk mengukur tingkat peningkatan pengetahuan berdasarkan skor maksimum yang dapat dicapai. Selain itu, hasil observasi dianalisis berdasarkan persentase peserta yang mencapai kompetensi pada setiap indikator. Analisis tersebut digunakan untuk menilai efektivitas pelatihan, tingkat penguasaan teknologi, kemandirian pengguna, serta keterlaksanaan pendataan hasil tangkapan dan pemanfaatan teknologi dalam mendukung pengelolaan usaha perikanan.

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Implementasi LARITA

LARITA berhasil dipasang dan diuji pada kapal mitra. Sistem menggunakan LED berdaya rendah dan ditempatkan di bawah permukaan air. Hasil uji fungsi menunjukkan bahwa komponen utama dapat beroperasi sesuai rancangan. Proses instalasi juga melibatkan mitra secara langsung sehingga transfer teknologi tidak hanya dilakukan melalui penyerahan alat tetapi melalui praktik penggunaan dan pemeriksaan komponen. Pengujian dilakukan dalam kondisi operasional malam hari. Mitra terlibat dalam pemeriksaan posisi pemasangan, sambungan perangkat, sumber daya, serta fungsi sistem. Pendekatan tersebut menghasilkan pengalaman langsung bagi peserta dalam memahami pengoperasian dan pemeliharaan dasar teknologi.



Gambar 2 Pelaksanaan Uji Fungsi Sistem Pencahayaan pada Perahu

Pelaksanaan uji fungsi sistem pencahayaan pada perahu dilakukan pada kondisi operasional malam hari dengan melibatkan peserta secara langsung dalam proses pengamatan dan pemeriksaan perangkat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem pencahayaan dapat dioperasikan sesuai dengan rancangan dan mampu memberikan penerangan pada area kerja perahu. Peserta terlibat dalam pemeriksaan posisi lampu, sambungan perangkat, sumber daya, serta kondisi pencahayaan selama pengoperasian. Kegiatan ini juga memberikan pengalaman praktis kepada peserta dalam memahami fungsi dan prosedur penggunaan LARITA. Hasil pengamatan selanjutnya digunakan sebagai dasar untuk memastikan kesesuaian pemasangan, memperbaiki pengoperasian, serta meningkatkan kesiapan peserta dalam menggunakan dan melakukan pemeriksaan dasar terhadap sistem pencahayaan secara mandiri.



Gambar 3 Pengujian Lanjutan Sistem Pencahayaan pada Perahu

Pengujian lanjutan dilakukan setelah sistem pencahayaan terpasang pada perahu untuk memastikan kesiapan perangkat dalam kondisi operasional malam hari. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi secara stabil dan memberikan pencahayaan pada area kerja perahu dalam kondisi minim cahaya. Tim bersama mitra melakukan pemeriksaan terhadap kondisi perangkat, posisi lampu, kestabilan sumber daya, serta kualitas penerangan selama pengoperasian. Keterlibatan mitra dalam pengujian memberikan pengalaman langsung mengenai prosedur pengoperasian dan pemeriksaan dasar sistem. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa perangkat telah sesuai untuk mendukung aktivitas operasional dan menjadi dasar bagi penerapan teknologi pencahayaan secara lebih terarah pada kegiatan perikanan tangkap skala kecil.

2. Implementasi Face Fish AI

Face Fish AI digunakan untuk mendukung perubahan dari pencatatan manual menuju pencatatan berbasis citra. Peserta memperoleh praktik dalam pengambilan gambar ikan, identifikasi, pemeriksaan hasil, dan penyimpanan data. Sistem diarahkan untuk menghasilkan informasi mengenai jenis ikan, jumlah atau estimasi bobot, waktu pencatatan, dan data produksi.

Tabel 3 Hasil Pelatihan Berdasarkan Data Yang Tersedia

Komponen kompetensi	Peserta	Hasil
Mengikuti kegiatan	15	100%
Pengoperasian LARITA secara mandiri	13	86,67%
Pemeliharaan dasar	12	80,00%
Penggunaan Face Fish AI	13	86,67%
Pencatatan usaha sederhana	12	80,00%

Data laporan menunjukkan bahwa seluruh 15 peserta mengikuti kegiatan. Sebanyak 13 peserta mampu mengoperasikan LARITA secara mandiri, 12 peserta mencapai kompetensi pemeliharaan dasar, 13 peserta mampu menggunakan Face Fish AI, dan 12 peserta mampu membuat catatan usaha sederhana. Hasil evaluasi menunjukkan perubahan sebagai berikut:

Tabel 4 Perubahan skor pretest dan posttest

Indikator	Nilai
Pretest	56,67
Posttest	85,27
Peningkatan	28,60 poin
Peningkatan relatif terhadap skor awal	50,47%

Nilai rata-rata meningkat dari 56,67 menjadi 85,27, dengan selisih 28,60 poin. Laporan mengaitkan perubahan tersebut dengan kombinasi demonstrasi, praktik langsung, implementasi, dan pendampingan. Peningkatan relatif sebesar 50,47% dihitung dari:

$$\frac{85,27 - 56,67}{56,67} \times 100\% = 50,47\%$$

Angka tersebut hanya menunjukkan perubahan relatif terhadap skor awal dan bukan *effect size* atau bukti signifikansi statistik.

Implementasi teknologi menghasilkan perubahan praktik dari kondisi konvensional menuju praktik yang lebih terdokumentasi. Perubahan tersebut meliputi penggunaan LARITA sebagai teknologi pencahayaan, pengoperasian teknologi oleh mitra, dukungan Face Fish AI untuk identifikasi ikan, pencatatan digital, serta pencatatan biaya dan hasil untuk mendukung pengelolaan usaha.

$$N - Gain = \frac{85,27 - 56,67}{100 - 56,67} = 0,66$$

Nilai tersebut menunjukkan peningkatan pada kategori sedang menurut interpretasi N-Gain yang umum digunakan.

3. LARITA sebagai Strategi Transformasi Teknologi Pencahayaan pada Perikanan Skala Kecil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa LARITA berhasil dipasang dan diuji pada kapal mitra menggunakan lampu LED berdaya rendah yang ditempatkan di bawah permukaan air. Proses implementasi melibatkan mitra dalam pemasangan, pemeriksaan posisi perangkat, sambungan, sumber daya, dan pengujian fungsi pada kondisi operasional malam hari. Selain keberhasilan fungsi perangkat, penelitian menunjukkan bahwa 13 dari 15 peserta (86,67%) mampu mengoperasikan LARITA secara mandiri dan 12 peserta (80,00%) mampu melakukan pemeliharaan dasar. Temuan tersebut menunjukkan bahwa implementasi LARITA tidak hanya menghasilkan perangkat yang dapat digunakan, tetapi juga menghasilkan tingkat penguasaan operasional yang cukup tinggi pada pengguna.

Temuan tersebut memiliki dasar empiris dari penelitian terdahulu mengenai penggunaan LED dalam perikanan tangkap. Penggunaan LED celup pada perikanan bagan dilaporkan menghasilkan hasil tangkapan yang lebih tinggi dibandingkan lampu fluoresen,

yaitu 287,6 kg dibandingkan 238,3 kg (Nguyen et al., 2022). Temuan tersebut relevan dengan penelitian ini karena LARITA juga menggunakan prinsip lampu LED yang ditempatkan di bawah permukaan air.

Penelitian mengenai perbandingan LED dan metal halide pada perikanan purse seine menunjukkan bahwa penggunaan LED berpotensi menjadi alternatif terhadap lampu metal halide yang memiliki kebutuhan energi lebih tinggi (Park & Lee, 2018). Temuan tersebut memperkuat rasionalitas penggunaan LARITA sebagai alternatif teknologi pencahayaan, meskipun penelitian ini belum melakukan pengukuran konsumsi energi secara komparatif.

Penelitian lain pada perikanan stick-held falling net menunjukkan bahwa penggunaan LED dapat mempertahankan tingkat hasil tangkapan yang sebanding dengan sistem konvensional sekaligus menurunkan konsumsi bahan bakar hingga 64% (Salman et al., 2016). Temuan tersebut memperlihatkan bahwa teknologi LED memiliki potensi manfaat pada aspek teknis sekaligus ekonomi operasi penangkapan. Namun, angka penghematan tersebut merupakan hasil penelitian terdahulu dan bukan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini.

Pada perikanan small-scale trammel net di Laut Kuning, penggunaan LED dengan karakteristik warna yang berbeda juga menunjukkan bahwa desain pencahayaan dapat memengaruhi performa penangkapan pada beberapa spesies komersial (Siri et al., 2024). Hal tersebut menunjukkan bahwa efektivitas teknologi pencahayaan tidak hanya ditentukan oleh penggunaan LED, tetapi juga oleh karakteristik cahaya dan respons spesies target.

Konfigurasi lampu, termasuk bentuk dan orientasi pemasangan, juga dilaporkan memengaruhi distribusi iluminasi dan performa pencahayaan dalam menarik ikan (Knausgård et al., 2022). Temuan tersebut memberikan implikasi penting bagi pengembangan LARITA. Posisi, kedalaman, orientasi, intensitas, dan karakteristik cahaya perlu dipertimbangkan sebagai bagian dari optimasi teknologi, bukan hanya daya listrik lampu.

Dengan demikian, hasil penelitian ini konsisten dengan kecenderungan penelitian terdahulu yang menunjukkan bahwa LED merupakan teknologi potensial untuk perikanan berbasis cahaya (Nguyen & Lee, 2017; Salman et al., 2016; Siri et al., 2024; Sofijanto et al., 2019). Namun, terdapat perbedaan mendasar antara penelitian terdahulu dan penelitian ini. Sebagian penelitian sebelumnya telah mengukur konsumsi bahan bakar, hasil tangkapan, intensitas cahaya, atau efisiensi ekonomi, sedangkan penelitian ini baru sampai pada tahap implementasi dan penguatan kapasitas pengguna. Oleh karena itu, hasil LARITA dalam penelitian ini belum dapat digunakan untuk menyatakan bahwa efisiensi energi telah meningkat.

Kontribusi penelitian ini justru terletak pada aspek transfer teknologi kepada pengguna. Sebagian penelitian teknologi LED berorientasi pada performa teknis alat, sedangkan penelitian ini menghubungkan teknologi dengan kemampuan pengguna melalui pelatihan, praktik, dan pendampingan. Dengan demikian, LARITA tidak hanya diposisikan sebagai perangkat pencahayaan, tetapi sebagai bagian dari model pemberdayaan teknologi yang membutuhkan kemampuan operasional dan pemeliharaan dari masyarakat pengguna.

4. Face Fish AI sebagai Transformasi Pendataan Hasil Tangkapan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Face Fish AI telah digunakan untuk mendukung identifikasi dan pencatatan hasil tangkapan secara digital. Peserta melakukan pengambilan gambar ikan, proses identifikasi, pemeriksaan hasil, dan penyimpanan informasi. Sebanyak 13 dari 15 peserta atau 86,67% mampu menggunakan Face Fish AI. Temuan ini menunjukkan bahwa AI telah berhasil diperkenalkan sebagai bagian dari praktik pendataan, meskipun penelitian belum melakukan pengukuran kuantitatif terhadap akurasi algoritma.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa deep learning dapat digunakan untuk klasifikasi spesies ikan pada lingkungan bawah air yang tidak terkendali. Variasi intensitas

cahaya, orientasi ikan, latar belakang, dan kemiripan bentuk antarspesies menjadi tantangan dalam proses identifikasi, tetapi pendekatan deep learning mampu menghasilkan performa klasifikasi yang tinggi pada dataset penelitian (Susanto et al., 2017).

Pendekatan deep learning berbasis CNN juga telah digunakan untuk identifikasi ikan karang dari citra bawah air. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa teknologi berbasis citra memiliki potensi untuk mempercepat proses identifikasi dan monitoring ikan (Thenu et al., 2016).

Penelitian lain menggunakan YOLO yang dikombinasikan dengan informasi temporal untuk mendeteksi dan mengklasifikasikan ikan dalam video bawah air. Hasilnya menunjukkan performa deteksi dan klasifikasi yang tinggi pada salah satu dataset, tetapi performa menurun pada dataset lainnya. Temuan tersebut menunjukkan bahwa kondisi lingkungan dan karakteristik data sangat memengaruhi kinerja AI (Villon et al., 2018).

Penelitian Yu juga menunjukkan bahwa performa model deteksi dan klasifikasi ikan dipengaruhi oleh jumlah sampel dan variasi lingkungan (Yu et al., 2022). Sementara itu, penelitian yang lebih baru menunjukkan bahwa kombinasi beberapa arsitektur deep learning dapat menghasilkan performa sangat tinggi pada dataset benchmark Fish4Knowledge (Bui et al., 2021). Namun, performa pada dataset benchmark tidak secara otomatis menunjukkan bahwa model memiliki kemampuan yang sama ketika diterapkan pada kondisi lapangan yang berbeda.

Dalam konteks Face Fish AI, temuan tersebut sangat penting. Penelitian ini belum mengukur akurasi AI sehingga tidak tepat menyatakan bahwa Face Fish AI memiliki tingkat akurasi tertentu berdasarkan hasil penelitian terdahulu. Penelitian terdahulu memberikan dasar ilmiah mengenai kelayakan AI untuk identifikasi ikan, sedangkan penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi tersebut dapat diperkenalkan dan digunakan oleh masyarakat sebagai bagian dari proses pendataan.

Dengan demikian, perbedaan utama penelitian ini dengan penelitian computer vision sebelumnya adalah fokusnya. Penelitian terdahulu terutama berorientasi pada pengembangan model dan akurasi klasifikasi (Catalán et al., 2023). Sedangkan penelitian ini menempatkan AI dalam konteks pemberdayaan pengguna dan transformasi praktik pendataan. Face Fish AI dalam penelitian ini dengan demikian dapat dipandang sebagai jembatan antara teknologi computer vision dan kebutuhan praktis nelayan.

5. Pelatihan dan Pendampingan sebagai Faktor Penguatan Kapasitas Pengguna

Salah satu temuan utama penelitian adalah peningkatan kapasitas peserta setelah mengikuti rangkaian pelatihan, praktik, dan pendampingan. Nilai rata-rata peserta meningkat dari 56,67 pada pretest menjadi 85,27 pada posttest, dengan peningkatan sebesar 28,60 poin. Berdasarkan skor rata-rata agregat, N-Gain mencapai 0,66 dan termasuk kategori sedang. Pada aspek keterampilan, 86,67% peserta mampu mengoperasikan LARITA, 80,00% mampu melakukan pemeliharaan dasar, 86,67% mampu menggunakan Face Fish AI, dan 80,00% mampu melakukan pencatatan usaha sederhana.

Temuan tersebut menunjukkan bahwa teknologi dan peningkatan kapasitas pengguna merupakan dua komponen yang tidak dapat dipisahkan. Teknologi yang relatif kompleks memerlukan proses pembelajaran yang memungkinkan pengguna memahami fungsi, prosedur pengoperasian, pemeliharaan, dan pemanfaatannya (Jalal et al., 2020).

Hal tersebut sejalan dengan penelitian mengenai Fisher Friend Mobile Application yang dikembangkan sebagai sistem pendukung keputusan bagi nelayan skala kecil melalui pendekatan partisipatif. Keterlibatan masyarakat dan pemangku kepentingan dalam pengembangan aplikasi menjadi bagian penting dalam penerimaan dan pemanfaatan teknologi (Jareño et al., 2024).

Dengan demikian, peningkatan skor pengetahuan dalam penelitian ini tidak semata-mata dapat dipahami sebagai efek dari teknologi, tetapi sebagai hasil dari paket intervensi yang terdiri atas teknologi, pelatihan, praktik, dan pendampingan. Hal ini penting secara metodologis karena penelitian tidak menggunakan kelompok kontrol. Peningkatan kapasitas setelah implementasi teknologi.

6. Integrasi Teknologi dan Data dalam Penguatan Pengelolaan Usaha

Temuan penelitian menunjukkan adanya perubahan praktik dari pencatatan yang sebelumnya manual menuju proses pendataan yang lebih terstruktur melalui Face Fish AI. Data yang diarahkan untuk dicatat meliputi jenis ikan, jumlah atau estimasi bobot, waktu pencatatan, biaya, dan pendapatan. Perubahan tersebut memberikan dasar bagi terbentuknya sistem informasi produksi yang dapat digunakan kembali dalam pengelolaan usaha.

Temuan tersebut sejalan dengan penelitian mengenai penggunaan ICT untuk pemasaran ikan melalui Electronic Fish Marketing Information System (EFMIS) di Kenya. Sistem tersebut menunjukkan bahwa teknologi informasi dapat digunakan untuk memperbaiki akses informasi dalam aktivitas pemasaran ikan dan menghubungkan pelaku perikanan dengan informasi pasar (Hilborn, 2020).

Kajian mengenai penggunaan aplikasi smartphone dalam perikanan tangkap juga menunjukkan bahwa aplikasi digital dapat digunakan untuk pengumpulan dan pelaporan data, penyediaan informasi bagi nelayan, keterhubungan dengan rantai nilai, serta kegiatan pascapanen. Namun, keberhasilan aplikasi sangat bergantung pada kesesuaian fungsi dengan kebutuhan pengguna dan pengalaman pengguna (Marrable et al., 2022).

Temuan tersebut memperkuat posisi Face Fish AI dalam penelitian ini. Sistem bukan hanya digunakan untuk mengenali ikan, tetapi berpotensi menjadi pintu masuk pembentukan data produksi. Ketika data identifikasi dikombinasikan dengan jumlah atau bobot hasil tangkapan, waktu, biaya, dan pendapatan, maka informasi tersebut dapat berkembang menjadi basis data usaha.

7. Kontribusi Model Integrasi Teknologi–Data–Kapasitas terhadap Keberlanjutan Perikanan Skala Kecil

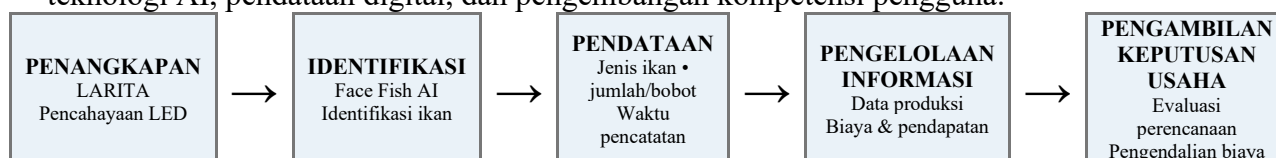
Jika seluruh temuan digabungkan, kontribusi penelitian ini tidak terletak pada satu teknologi secara individual. LARITA memberikan intervensi pada sisi teknologi pencahayaan, Face Fish AI memberikan dukungan pada identifikasi dan pendataan, sedangkan pelatihan dan pendampingan memberikan dukungan pada sisi kapasitas pengguna. Ketiga komponen tersebut kemudian dihubungkan melalui data produksi dan pengelolaan usaha.

Model tersebut memperluas pendekatan technology transfer menjadi technology empowerment. Dalam pendekatan transfer teknologi, keberhasilan sering kali diukur dari apakah perangkat telah tersedia dan dapat digunakan. Dalam pendekatan pemberdayaan teknologi, keberhasilan juga ditentukan oleh kemampuan pengguna mengoperasikan, memelihara, mendokumentasikan, dan memanfaatkan teknologi untuk kebutuhan mereka.

Pendekatan partisipatif dalam pengembangan teknologi bagi nelayan juga telah ditunjukkan melalui pengembangan Fisher Friend Mobile Application (Abila et al., 2013; Ruan et al., 2024). Sementara itu, kajian mengenai aplikasi digital dalam perikanan menunjukkan bahwa teknologi dapat mendukung berbagai fungsi pengumpulan data dan penyediaan informasi, tetapi keberhasilannya sangat bergantung pada kebutuhan pengguna dan kemudahan pemanfaatan (Marrable et al., 2022).

Pada sisi teknologi pencahayaan, penelitian terdahulu menunjukkan bahwa LED dapat memberikan manfaat teknis dan ekonomi apabila dirancang dan diuji secara tepat (Anabel et al., 2018; Arimoto et al., 2016; Bui et al., 2021; Catalán et al., 2023). Temuan tersebut

memberikan peluang bagi LARITA untuk dikembangkan lebih lanjut melalui pengujian lapangan yang lebih terukur. Dengan demikian, kontribusi utama penelitian bukan hanya LARITA atau Face Fish AI secara individual, melainkan integrasi teknologi penangkapan, teknologi AI, pendataan digital, dan pengembangan kompetensi pengguna.



Gambar 2. Alur integrasi teknologi, data, dan pengelolaan usaha.

Model ini memberikan nilai tambah dibandingkan pendekatan yang hanya berorientasi pada introduksi alat. Akan tetapi, dampak terhadap pendapatan, margin usaha, dan produktivitas belum dapat disimpulkan karena data aktual ekonomi belum tersedia secara longitudinal.

E. KESIMPULAN

Integrasi LARITA dan Face Fish AI menunjukkan kelayakan implementasi teknologi dalam mendukung transformasi praktik perikanan tangkap skala kecil. LARITA berhasil dipasang dan diuji secara operasional, sedangkan Face Fish AI digunakan untuk mendukung identifikasi dan pendataan hasil tangkapan. Implementasi teknologi dilaksanakan melalui pendekatan partisipatif yang melibatkan mitra dalam pemasangan, pengujian, penggunaan, dan pemeliharaan. Pelatihan dan pendampingan menunjukkan perubahan kemampuan peserta. Nilai rata-rata meningkat dari 56,67 menjadi 85,27, dengan peningkatan sebesar 28,60 poin. Sebanyak 13 dari 15 peserta mampu mengoperasikan LARITA secara mandiri, 12 peserta mencapai kompetensi pemeliharaan dasar, 13 peserta mampu menggunakan Face Fish AI, dan 12 peserta mampu melakukan pencatatan usaha sederhana.

DAFTAR PUSTAKA

- Abila, R. O., Ojwang, W., Othina, A., Lwenya, C., Oketch, R., & Okeyo, R. (2013). Using ICT for fish marketing: The EFMIS model in Kenya. *Food Chain*, 3(1–2), 48–63. <https://doi.org/10.3362/2046-1887.2013.005>
- Allken, V., Handegard, N. O., Rosen, S., Schreyeck, T., Mahiout, T., & Malde, K. (2019). Fish species identification using a convolutional neural network trained on synthetic data. *ICES Journal of Marine Science*, 76(1), 342–349. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsy147>
- Anabel, N. J., Velvizhi, S., & Suvitha, D. (2018). Fisher Friend Mobile Application: A decision support system for small-scale fishers in India. *CSI Transactions on ICT*, 6, 257–267. <https://doi.org/10.1007/s40012-018-0212-1>
- Arimoto, T., Choi, H., & Arakawa, Y. (2016). Behavioral responses of fish to light and its application to fishing techniques. *Fisheries Science*, 82(5), 685–695. <https://doi.org/10.1007/s12562-016-1011-3>
- Bui, C. B., Nguyen, K. Q., Winger, P. D., & Grant, S. M. (2021). Use of light-emitting diode (LED) lamps in combination with metal halide (MH) lamps reduce fuel consumption in the Vietnamese purse seine fishery. *Aquaculture and Fisheries*, 6(4), 432–440. <https://doi.org/10.1016/j.aaf.2020.07.011>
- Catalán, I. A., Álvarez-Ellacuría, A., Lisani, J.-L., Sánchez, J., Vizoso, G., Heinrichs-Maquilón, A. E., Hinz, H., Alós, J., Signarioli, M., Aguzzi, J., Francescangeli, M., & Palmer, M. (2023). Automatic detection and classification of coastal Mediterranean fish from underwater images: Good practices for robust training. *Frontiers in Marine Science*, 10, 1151758. <https://doi.org/10.3389/fmars.2023.1151758>

- FAO. (2022). *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022: Towards Blue Transformation*. FAO. <https://doi.org/10.4060/cc0461en>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N. M. P., & Hultink, E. J. (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm? *Journal of Cleaner Production*, 143, 757–768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Hilborn, R. (2020). Effective fisheries management instrumental in improving fish stock status. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(4), 2218–2224. <https://doi.org/10.1073/pnas.1909726116>
- Jalal, A., Salman, A., Mian, A., Shortis, M., & Shafait, F. (2020). Fish detection and species classification in underwater environments using deep learning with temporal information. *Ecological Informatics*, 57, 101088. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2020.101088>
- Jareño, J., Bárcena-González, G., Castro-Gutiérrez, J., Cabrera-Castro, R., & Galindo, P. L. (2024). Automatic labeling of fish species using deep learning across different classification strategies. *Frontiers in Computer Science*, 6, 1326452. <https://doi.org/10.3389/fcomp.2024.1326452>
- Knausgård, K. M., Wiklund, A., Sjørdalen, T. K., Halvorsen, K. T., Kleiven, P. J. N., Jiao, L., & Goodwin, M. (2022). Temperate fish detection and classification: A deep learning based approach. *Applied Intelligence*, 52, 6988–7001. <https://doi.org/10.1007/s10489-021-02771-4>
- Li, X., Shang, M., Qin, H., & Chen, L. (2015). Fast accurate fish detection and recognition of underwater images with Fast R-CNN. *OCEANS 2015–MTS/IEEE Washington*, 1–5. <https://doi.org/10.23919/OCEANS.2015.7404464>
- Marrable, D., Barker, K., Tippaya, S., Wyatt, M., Bainbridge, S., Stowar, M., & Larke, J. (2022). Accelerating species recognition and labelling of fish from underwater video with machine-assisted deep learning. *Frontiers in Marine Science*, 9, 944582. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.944582>
- Nguyen, K. Q., & Lee, K. W. (2017). Energy efficiency and catch performance of LED fishing lamps in small-scale fisheries. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s41240-017-0065-8>
- Nguyen, K. Q., Winger, P. D., Morris, C., & Grant, S. M. (2022). Light-emitting diode (LED) lights reduce the fuel consumption and maintain the catch rate of stick-held falling net fisheries. *Regional Studies in Marine Science*, 52, 102542. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2022.102542>
- Park, J. H., & Lee, J. W. (2018). Fishing lamp technology for energy saving and catch efficiency. *Journal of the Korean Society of Fisheries Technology*, 54(3), 189–197. <https://doi.org/10.3796/KSFT.2018.54.3.189>
- Ruan, Z., Wang, Z., & He, Y. (2024). DeformableFishNet: A high-precision lightweight target detector for underwater fish identification. *Frontiers in Marine Science*, 11, 1424619. <https://doi.org/10.3389/fmars.2024.1424619>
- Salman, A., Jalal, A., Shafait, F., Mian, A., Shortis, M., Seager, J., & Harvey, E. S. (2016). Fish species classification in unconstrained underwater environments based on deep learning. *Limnology and Oceanography: Methods*, 14(9), 570–585. <https://doi.org/10.1002/lom3.10113>
- Siri, D., Vellaturi, G., Shaik Ibrahim, S. H., Molugu, S., Desanamukula, V. S., Kocherla, R., & Vatambeti, R. (2024). Enhanced deep learning models for automatic fish species identification in underwater imagery. *Heliyon*, 10(15), e35217. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35217>
- Sofijanto, M. A., Arfiati, D., Lelono, T. D., & Muntaha, A. (2019). Efficiency comparison of LED and MH lamps in purse seine fisheries. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic*

- Sciences*, 19(2), 41–49. https://doi.org/10.4194/1303-2712-v19_2_05
- Susanto, A., Irnawati, R., Mustahal, & Syabana, M. A. (2017). Fishing efficiency of LED lamps for fixed lift net fisheries in Banten Bay, Indonesia. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17(2), 283–291. https://doi.org/10.4194/1303-2712-v17_2_07
- Thenu, I. M., Puspito, G., & Martasuganda, S. (2016). The use of light emitting diode on sunked lamps of lift net. *Marine Fisheries*, 4(2), 141–151. <https://doi.org/10.29244/jmf.4.2.141-151>
- Villon, S., Mouillot, D., Chaumont, M., Darling, E. S., Subsol, G., Claverie, T., & Villéger, S. (2018). A deep learning method for accurate and fast identification of coral reef fishes in underwater images. *Ecological Informatics*, 48, 238–244. <https://doi.org/10.1016/j.ecoinf.2018.09.007>
- Yu, M., Liu, C., Zhang, L., & Tang, Y. (2022). Application of light-emitting diodes (LEDs) fishing lights to improve catch rates of small-scale trammel net fishery in the Yellow Sea, China. *Frontiers in Marine Science*, 9, 1036979. <https://doi.org/10.3389/fmars.2022.1036979>