

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Tuna adalah spesies ikan bernilai ekonomi tinggi yang krusial bagi industri perikanan global. Sebagai komoditas ekspor utama, terutama bagi Indonesia dengan perairan luas yang menjadi habitat spesies seperti albacore, bigeye tuna, dan yellowfin tuna, tuna berkontribusi signifikan pada perekonomian dan lapangan kerja. Namun, ekosistem tuna menghadapi ancaman serius dari aktivitas manusia, termasuk penangkapan berlebihan, perubahan iklim, dan polusi laut, yang menyebabkan fluktuasi produksi dan penurunan populasi spesifik di beberapa wilayah seperti Palabuhanratu [1].

Merespon tantangan ini, teknologi computer vision dan deep learning menawarkan solusi inovatif untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan. Sistem otomatis berbasis computer vision dapat mengenali dan mengklasifikasikan spesies ikan secara real-time di laut menggunakan gambar atau video dari kamera bawah air atau drone [2]. Ini mengurangi ketergantungan pada metode manual yang rentan kesalahan dan mendukung penangkapan konservatif. Meskipun ada regulasi perlindungan spesies dan pembatasan kuota tangkapan [3], pengawasan di lapangan seringkali terbatas karena kesulitan membedakan spesies ikan secara manual. Oleh karena itu, penerapan deep learning seperti YOLOv8 dapat meningkatkan akurasi dan efisiensi pengawasan, mendukung implementasi peraturan, dan membantu keberlanjutan ekosistem laut [4].

Penelitian sebelumnya, "A Deep Multi-Resolution Approach Using Learned Complex Wavelet Transform for Tuna Classification" [5], mengembangkan sistem klasifikasi tuna otomatis menggunakan transformasi wavelet kompleks, mencapai akurasi hingga 94% dengan classifier SVM kubik. Namun, metode ini memiliki keterbatasan dalam aplikasi real-time karena beban komputasi tinggi dan ketergantungan pada dataset statis. Sebagai perbandingan, pendekatan yang lebih ringan dan real-time seperti YOLOv8 menawarkan keuntungan signifikan, memungkinkan klasifikasi lebih cepat pada perangkat dengan sumber daya terbatas, sehingga lebih praktis untuk pemantauan tuna di berbagai kondisi lingkungan.

Dalam konteks pemantauan bawah air, integrasi Internet of Things (IoT) menjadi sangat relevan. Pemantauan bawah air memainkan peran penting dalam observasi lingkungan, manajemen perikanan, dan pengembangan robotika kelautan cerdas [6]. Sistem pemantauan tradisional sering mengandalkan perekaman visual konstan atau teknologi sonar mahal, yang kurang optimal untuk deteksi objek jarak dekat atau operasi hemat energi [7]. Namun, kemajuan teknologi sensor, seperti ultrasonic sensing, terbukti sangat efektif untuk pemantauan presisi [8]. Merespon kebutuhan akan sensing bawah air yang real-time, event-driven, dan low-power, sistem berbasis IoT muncul sebagai solusi praktis di lingkungan dinamis dan terbatas sumber daya [9].

Studi ini mengusulkan prototipe sistem IoT untuk deteksi objek dan pengambilan gambar bawah air, yang dipicu secara otomatis oleh sensor kedekatan. Sistem ini menggunakan sensor ultrasonik DYP-L04 [10], yang terpasang bersama kamera dalam wadah submersible. Ketika sensor mendeteksi objek, sinyal dikirim ke komputer host untuk mengaktifkan webcam dan memulai pengambilan gambar. Untuk menunjukkan aplikasi praktis, sistem ini diintegrasikan dengan classifier gambar berbasis YOLOv8 untuk mengidentifikasi spesies ikan dari gambar yang diambil [11]. Efektivitas Convolutional Neural Networks (CNNs) dalam tugas deteksi dan klasifikasi berbasis gambar telah mapan, seperti ditunjukkan dalam deteksi wajah [12] dan implementasi praktisnya [13]. Algoritma YOLO, khususnya, telah terbukti efektif dalam berbagai skenario dunia nyata, termasuk menegakkan social distancing [14]. Dalam sistem ini, YOLOv8 akan memproses gambar bawah air untuk identifikasi spesies, dan hasilnya akan dikirim secara real-time ke platform IoT seperti Blynk untuk pemantauan jarak jauh.

Prototipe ini menunjukkan kelayakan pembangunan sistem IoT bawah air yang hemat biaya dan responsif yang dapat secara selektif menangkap data visual dan mendukung pemrosesan tingkat tinggi [15]. Pendekatan ini sangat penting ketika pemantauan berkelanjutan tidak praktis karena kendala energi, bandwidth, atau penyimpanan. Dengan demikian, pembangunan prototipe sistem klasifikasi spesies tuna bawah air berbasis deep learning dan Internet of Things menggunakan YOLOv8 diharapkan menjadi solusi komprehensif yang mendukung pengelolaan perikanan tuna yang lebih efisien, akurat, dan berkelanjutan.

1.2. Perumusan Masalah

Tugas Akhir ini akan membahas penerapan teknologi *computer vision* berbasis **YOLOv8** untuk klasifikasi spesies tuna, dengan tujuan untuk mengatasi tantangan yang dihadapi oleh metode manual dan sistem yang ada saat ini. Batasan masalah yang akan dibahas meliputi:

- 1) Pengembangan sistem klasifikasi otomatis menggunakan YOLOv8
- 2) Pengujian terhadap kinerja sistem
- 3) Pembuatan Prototipe yang efisien untuk digunakan pada perangkat dengan keterbatasan sumber daya, seperti sistem *onboard* pada kapal perikanan [16]

1.3. Tujuan

Tujuan dari Tugas Akhir ini adalah untuk mengembangkan sistem klasifikasi otomatis berbasis teknologi computer vision menggunakan **YOLOv8** untuk mengidentifikasi spesies tuna secara real-time. Sistem ini bertujuan untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam klasifikasi spesies tuna, mengatasi keterbatasan sistem pengelompokan manual yang sering mengalami kesalahan dalam identifikasi spesies, serta membantu dalam pelaksanaan peraturan yang melindungi spesies tuna.

Secara spesifik, tujuan yang ingin dicapai dalam Tugas Akhir ini adalah:

- 1) Mengembangkan Prototipe Sistem klasifikasi tuna menggunakan YOLOv8 yang dapat bekerja dengan akurasi yang baik pada perangkat seperti *drone* atau sistem *onboard* pada kapal perikanan [16].
- 2) Mengujicobakan sistem untuk menilai kinerjanya, mengukur keakuratan, kecepatan, dan efisiensi dalam mengklasifikasi spesies tuna, dengan tujuan untuk mengurangi kesalahan identifikasi yang terjadi pada sistem manual.

Dengan tercapainya tujuan-tujuan tersebut, diharapkan sistem yang dikembangkan dapat mempercepat proses pengawasan dan klasifikasi spesies tuna, serta mendukung keberlanjutan industri perikanan tuna di Indonesia.

1.4. Batasan Masalah

Untuk menjaga fokus penelitian dan pengembangan sistem agar tetap terarah dan sesuai dengan ruang lingkup yang telah ditentukan, maka dilakukan pembatasan terhadap beberapa aspek dalam proyek tugas akhir ini. Batasan-batasan tersebut adalah sebagai berikut:

1. Sistem hanya dikembangkan untuk mengenali empat spesies ikan tuna, yaitu yellowfin tuna, bluefin tuna, bigeye tuna, dan longfin tuna.
2. Data yang digunakan untuk proses deteksi dan klasifikasi berupa citra bawah air yang diambil secara realtime (live feed) menggunakan kamera webcam yang terpasang pada sistem.
3. Model deep learning yang digunakan dalam sistem adalah YOLOv8-small, yang dipilih karena ukurannya yang ringan dan kecepatan inferensi yang tinggi.
4. Aktivasi kamera hanya dilakukan ketika sensor ultrasonik mendeteksi adanya objek pada jarak tertentu, sehingga proses deteksi tidak berlangsung secara terus-menerus.
5. Seluruh proses inferensi dan klasifikasi dilakukan pada komputer atau laptop, bukan pada perangkat mikrokontroler, untuk menghindari keterbatasan daya komputasi pada perangkat IoT.
6. Sistem prototipe diuji dalam lingkungan terbatas, seperti akuarium atau menggunakan video uji simulasi, dan tidak diuji langsung di laut terbuka. Karena keterbatasan dalam memperoleh ikan tuna hidup sebagai objek uji, simulasi dilakukan dengan menggunakan spesies ikan air tawar lain yang memiliki karakteristik morfologi mirip dengan ikan tuna.

Dengan batasan-batasan tersebut, diharapkan pengembangan sistem dapat berjalan lebih terarah, efisien, dan sesuai dengan tujuan yang telah ditetapkan.

1.5. Rencana Kegiatan

Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini mencakup kajian pustaka, pengumpulan data, perancangan sistem, pelatihan model, implementasi sistem prototipe, dan pengujian kinerja model.

Kajian literatur dilakukan untuk mempelajari penelitian terdahulu yang relevan dengan topik ini, terutama dalam bidang computer vision, deep learning, serta penggunaan YOLOv8 untuk deteksi dan klasifikasi spesies ikan. Literatur juga mencakup studi tentang integrasi sistem berbasis Internet of Things (IoT) dengan sensor dan kamera untuk sistem monitoring bawah air. Data citra yang dibutuhkan dalam penelitian ini terdiri atas gambar dan video bawah air dari spesies tuna, yang dikumpulkan dari berbagai sumber terbuka seperti dataset publik dan dokumentasi ilmiah.

Sistem dikembangkan dalam bentuk prototipe yang dijalankan di komputer atau laptop, dengan input dari webcam yang memberikan citra secara realtime (live feed). Kamera hanya aktif saat dipicu oleh sensor ultrasonic yang terhubung dengan mikrokontroller. Sistem tidak dijalankan pada perangkat mikrokontroler untuk inferensi, karena keterbatasan sumber daya.

Sistem diuji di lingkungan terbatas, seperti akuarium atau video simulasi. Evaluasi performa model dilakukan dengan menggunakan metrik evaluasi seperti **precision**, **recall**, dan **F1-score**, dengan data uji yang tidak digunakan saat pelatihan. Pengujian juga mencakup evaluasi performa sistem secara realtime untuk menilai efisiensi dan kecepatan deteksi. Melalui tahapan-tahapan ini, diharapkan sistem prototipe yang dibangun dapat mendeteksi dan mengklasifikasikan spesies tuna secara akurat dan efisien dalam lingkungan simulasi yang telah ditetapkan.

1.6. Jadwal Kegiatan

Berikut adalah Jadwal pelaksanaan dibuat berdasarkan rencana kegiatan. Total waktu yang dibutuhkan adalah 6 Bulan (24 Minggu), rincian kegiatan tertera pada Tabel 1. 1 Dibawah ini.

Tabel 1. 1 Jadwal Kegiatan

Kegiatan	Bulan					
	1	2	3	4	5	6
Kajian Pustaka						
Pengumpulan Data						
Pre-processing Data						
Evaluasi dan Testing Awal						
Training dan Validasi						
Pembuatan Model						
Implementasi						
Evaluasi Akhir						