

Integrasi AI dalam Penguatan Ekowisata Konservasi Penyu sebagai Model Edukasi Ekonomi Hijau

Turasih

FPMIPA, Magister Pendidikan Biologi, Universitas Pendidikan Indonesia, Bandung, Indonesia

Email: turasih@upi.edu

Email Penulis Korespondensi: turasih@upi.edu

Abstrak— Penyu laut merupakan satwa dilindungi yang memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem laut. Di sisi lain, keberadaan penyu juga mendukung sektor ekowisata berkelanjutan. Namun, ancaman dari predator alami, perubahan iklim, dan aktivitas manusia menghambat upaya konservasi. Artikel ini membahas penerapan kecerdasan buatan (Artificial Intelligence/AI) dalam mendukung konservasi penyu berbasis masyarakat di Pantai Kembar Terpadu, Kebumen, sebagai model edukasi ekonomi hijau lokal. Melalui pemanfaatan AI seperti YOLOv5 untuk deteksi penyu dan predator, sensor IoT untuk pemantauan sarang, serta model prediktif untuk estimasi sex ratio dan waktu penetasan, konservasi penyu dapat ditingkatkan secara signifikan. Pendekatan ini juga terintegrasi dalam sistem ekowisata cerdas yang memanfaatkan chatbot edukatif dan analitik sentimen wisatawan untuk pengembangan ekonomi lokal. Studi ini menggunakan pendekatan kualitatif eksploratif melalui observasi, wawancara, serta tinjauan literatur teknologi konservasi dan AI. Hasilnya menunjukkan bahwa integrasi AI berpotensi mempercepat respons konservasi, meningkatkan tingkat penetasan, dan menciptakan pengalaman wisata berkelanjutan. Kondisi konservasi penyu di Pantai Kembar sejak tahun 2020 tergolong baik, ditandai dengan peningkatan tukik yang dilepasliarkan, pantai yang bersih dari sampah, serta tingginya kesadaran masyarakat, meskipun masih dijumpai telur yang tidak menetas dan tukik yang mati. Oleh karena itu, dibutuhkan teknologi lanjutan untuk mendukung peningkatan konservasi. Artikel ini merekomendasikan roadmap implementasi AI konservasi yang dapat direplikasi pada kawasan pesisir lain di Indonesia, sekaligus memperkuat fondasi ekonomi hijau yang inklusif dan berkelanjutan. Lebih jauh lagi, penerapan model ini dapat memberikan kontribusi terhadap penguatan ekosistem ekonomi global yang berbasis keberlanjutan, inovasi digital, dan konservasi biodiversitas lintas negara. Dengan demikian, AI tidak hanya menjadi alat konservasi lokal, melainkan juga motor penggerak transformasi global menuju ekonomi rendah karbon dan pembangunan berkelanjutan lintas sektor dan wilayah.

Kata kunci: AI; Konservasi Penyu; Ekowisata; YOLOv5; IoT; Ekonomi Hijau.

1. PENDAHULUAN

Penyu laut (Cheloniidae dan Dermochelyidae) adalah spesies yang sangat rentan terhadap kepunahan akibat perburuan, polusi, serta degradasi habitat (Spotila, 2004). Enam dari tujuh spesies penyu laut di dunia dapat ditemukan di perairan Indonesia, menjadikan Indonesia sebagai negara kunci dalam upaya konservasi penyu global (Mrosovsky, 2006; WWF Indonesia, 2022). Penyu masuk dalam daftar merah (Red List) International Union for Conservation of Nature (IUCN) sebagai spesies yang terancam punah, termasuk jenis penyu hijau (*Chelonia mydas*), penyu sisik (*Eretmochelys imbricata*), dan penyu lekang (*Lepidochelys olivacea*) (IUCN, 2023).

Penyu laut merupakan salah satu hewan purba yang telah menghuni laut selama lebih dari 100 juta tahun. Namun, keberadaannya kini semakin terancam akibat aktivitas manusia seperti perburuan, pencemaran laut, dan perubahan iklim global (Wallace et al., 2011). Penyu juga termasuk dalam Red List International Union for Conservation of Nature (IUCN), dengan sebagian besar spesiesnya tergolong dalam kategori rentan hingga kritis terancam punah termasuk jenis penyu hijau (*Chelonia mydas*), penyu sisik (*Eretmochelys imbricata*), dan penyu lekang (*Lepidochelys olivacea*) (IUCN, 2023). Dari tujuh spesies penyu yang ada di dunia, enam di antaranya dapat ditemukan di perairan Indonesia, menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara kunci dalam konservasi penyu dunia (WWF Indonesia, 2020).

Penyu memiliki nilai ekologis, ekonomis, dan edukatif. Secara ekologis, penyu membantu menjaga keseimbangan ekosistem laut, seperti mengontrol populasi ubur-ubur dan menjaga kesehatan padang lamun. Secara ekonomis, penyu memiliki daya tarik wisata yang besar, terutama dalam konteks ekowisata berbasis konservasi. Sementara secara edukatif, penyu menjadi ikon penting dalam pembelajaran lingkungan hidup bagi masyarakat dan pelajar (Putri et al., 2022).

Konservasi penyu di Indonesia selama ini banyak dilakukan oleh lembaga pemerintah dan komunitas lokal. Salah satu model konservasi berbasis masyarakat yang berkembang adalah di Pantai Kembar Terpadu, Kebumen, Jawa Tengah. Sejak tahun 2020, masyarakat sekitar secara aktif melakukan perlindungan sarang penyu, penetasan semi-alami, hingga pelepasan tukik ke laut lepas. Berdasarkan data observasi dan wawancara, dalam kurun waktu 2020–2024, rerata telur penyu yang ditetaskan mencapai 950 butir per musim, dengan tingkat keberhasilan penetasan sekitar 82%. Hal ini mencerminkan keberhasilan konservasi meski masih menghadapi tantangan berupa tukik mati akibat suhu ekstrem dan telur yang tidak menetas karena kelembaban tidak stabil.

Di era Revolusi Industri 4.0 dan Society 5.0, teknologi Artificial Intelligence (AI) menawarkan peluang strategis untuk mendukung konservasi penyu. Teknologi seperti sensor Internet of Things (IoT), kamera pengawas dengan sistem pengenalan visual berbasis deep learning seperti YOLOv5, serta model prediktif dapat membantu mengoptimalkan upaya konservasi dengan efisiensi tinggi. Misalnya, sistem monitoring suhu dan kelembaban dapat menjaga kondisi optimal sarang, sementara YOLOv5 mampu mendeteksi pergerakan penyu dan potensi predator secara real-time (Redmon et al., 2016; Zhang et al., 2022). Artificial Intelligence (AI) menawarkan potensi besar untuk

mendukung sistem konservasi yang lebih adaptif dan efisien. Dengan kemampuan memproses data besar secara cepat, AI mampu membantu prediksi keberhasilan penetasan, deteksi dini ancaman, dan personalisasi edukasi wisatawan (Xu et al., 2023). Selain itu, AI juga dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan iklim mikro di sekitar sarang penyu yang berdampak langsung pada rasio kelamin dan kelangsungan hidup tukik (Zhang et al., 2022).

Integrasi AI tidak hanya memberikan solusi teknis bagi tantangan konservasi, namun juga membuka potensi ekonomi baru melalui pengembangan ekowisata cerdas. Dengan mengembangkan chatbot berbasis Natural Language Processing (NLP), wisatawan dapat memperoleh informasi konservasi secara real-time, berinteraksi melalui kuis edukatif, dan ikut serta dalam pelestarian lingkungan. Model ekowisata ini tidak hanya memberikan pengalaman bermakna bagi wisatawan, tetapi juga meningkatkan pendapatan masyarakat lokal secara berkelanjutan (Gunawan et al., 2021).

Lebih jauh lagi, penguatan konservasi penyu berbasis AI memiliki kontribusi strategis dalam pembangunan ekonomi hijau global. Ekonomi hijau menekankan pembangunan yang rendah karbon, efisien sumber daya, dan inklusif secara sosial. Dengan mendigitalisasi konservasi melalui AI, kawasan pesisir seperti Pantai Kembar tidak hanya menjadi benteng biodiversitas lokal, tetapi juga bagian dari solusi global dalam menjaga stabilitas ekosistem dan mendorong transformasi ekonomi berbasis keberlanjutan (UNEP, 2019).

Di sisi lain, partisipasi aktif masyarakat lokal menjadi fondasi keberhasilan konservasi. Keterlibatan generasi muda, tokoh masyarakat, dan kelompok nelayan dalam pengawasan pantai dan pelestarian sarang penyu mencerminkan semangat gotong royong dan kepedulian terhadap lingkungan. Namun demikian, keterbatasan dalam pengetahuan teknologi dan akses terhadap alat modern masih menjadi kendala dalam adopsi solusi digital secara merata. Oleh karena itu, dibutuhkan pendampingan, pelatihan, dan sinergi multi pihak agar teknologi AI dapat diadopsi secara inklusif dan berkelanjutan oleh masyarakat lokal.

Selain itu, penting untuk menyoroti bahwa integrasi teknologi ini tidak hanya bersifat teknis, namun juga kultural. Pendekatan AI perlu diselaraskan dengan nilai-nilai lokal, praktik tradisional, serta pola komunikasi masyarakat pesisir agar tidak menciptakan jurang digitalisasi yang justru mereduksi peran serta komunitas. Oleh sebab itu, pengembangan teknologi konservasi perlu bersifat adaptif, partisipatif, dan responsif terhadap kebutuhan lokal. Hal ini menegaskan bahwa keberhasilan konservasi tidak hanya ditentukan oleh kecanggihan teknologi, tetapi juga oleh sejauh mana teknologi tersebut dapat berakar dan diterima secara sosial oleh masyarakat penggunaanya.

Dengan demikian, artikel ini bertujuan mengeksplorasi peran AI dalam memperkuat konservasi penyu dan ekowisata berbasis masyarakat di Pantai Kembar Terpadu. Studi ini menyajikan pendekatan terintegrasi antara teknologi, konservasi, dan pemberdayaan ekonomi, serta merekomendasikan strategi implementasi yang dapat direplikasi di wilayah pesisir lain sebagai bagian dari kontribusi Indonesia terhadap ekosistem ekonomi global yang tangguh, hijau, dan inklusif. Artikel ini diharapkan mampu berkontribusi terhadap pembangunan ekosistem ekonomi global yang selaras dengan prinsip keberlanjutan dan teknologi, termasuk mendukung Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs) terutama pada poin 13 (aksi iklim), 14 (ekosistem laut), dan 8 (pertumbuhan ekonomi inklusif dan berkelanjutan).

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif eksploratif untuk menggali potensi dan tantangan integrasi teknologi AI dalam konservasi penyu berbasis masyarakat di Pantai Kembar Terpadu. Teknik pengumpulan data dilakukan melalui: (1) observasi langsung di lokasi konservasi, (2) wawancara mendalam dengan pegiat konservasi, tokoh masyarakat, dan pelaku wisata lokal, serta (3) studi pustaka dari literatur teknologi AI dan konservasi laut. Data dianalisis secara deskriptif dengan penekanan pada interpretasi makna, pola kolaborasi masyarakat-teknologi, serta potensi replikasi di wilayah pesisir lainnya. Observasi dilakukan selama empat hari pada musim penetasan Mei 2024. Aktivitas lapangan meliputi pengamatan kegiatan penetasan, pencatatan jumlah telur, tukik menetas, dan kondisi lingkungan sarang. Wawancara dilakukan terhadap 10 informan kunci, termasuk pengelola konservasi, nelayan, pengunjung, dan relawan muda. Dokumentasi dalam bentuk foto, video, dan catatan lapangan memperkaya validitas data. Studi pustaka dilakukan terhadap 20 sumber relevan mengenai penerapan YOLOv5, IoT, dan chatbot edukatif di bidang konservasi dan ekowisata. Hasil data dikategorikan dalam tema-tema utama: peran AI dalam monitoring, penguatan edukasi wisata, dan peningkatan pemberdayaan ekonomi lokal melalui ekowisata cerdas.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. AI untuk Monitoring dan Proteksi Sarang Penyu

Integrasi AI dalam konservasi penyu di Pantai Kembar dapat dimulai dari pemanfaatan teknologi visual recognition seperti YOLOv5. Teknologi ini memungkinkan deteksi otomatis keberadaan penyu yang naik ke pantai, sarang yang baru terbentuk, hingga kemunculan predator seperti biawak atau anjing liar. Dalam konteks monitoring sarang, penggunaan sensor IoT seperti DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembaban sangat membantu menjaga kondisi optimal penetasan. Berdasarkan hasil wawancara, salah satu kendala utama adalah ketidakstabilan suhu yang menyebabkan tukik mati sebelum menetas. Dengan sistem sensor terhubung ke jaringan internet, pengelola dapat menerima notifikasi real-time jika terjadi anomali suhu atau kelembaban. Selain itu,

penggunaan kamera termal berbasis AI juga memungkinkan pengawasan malam hari tanpa mengganggu habitat penyu. Inovasi ini memberikan solusi bagi keterbatasan pengawasan manual yang bergantung pada jumlah relawan, terutama saat musim ramai penyu bertelur.

b. AI sebagai Media Edukasi dalam Ekowisata

AI juga dapat mendukung ekowisata berbasis edukasi. Salah satu contohnya adalah penggunaan chatbot edukatif berbasis NLP (Natural Language Processing) yang dapat menjawab pertanyaan wisatawan tentang siklus hidup penyu, status konservasi, hingga tips menjaga ekosistem laut. Di Pantai Kembar, terdapat potensi pengembangan aplikasi lokal berbasis AI yang juga menyediakan kuis interaktif dan fitur pelaporan aktivitas wisatawan. Berdasarkan data observasi, pengunjung yang memiliki pengalaman edukatif selama kegiatan pelepasan tukik menunjukkan tingkat kepedulian lingkungan yang lebih tinggi. Dengan menambahkan AI sebagai pemandu digital, pengelola dapat menjangkau wisatawan dalam jumlah besar tanpa kehilangan kualitas edukatifnya. Selain itu, sistem analitik sentimen dari ulasan wisatawan dapat digunakan untuk mengevaluasi dan meningkatkan layanan wisata.

c. AI dan Penguatan Ekonomi Hijau Lokal

Integrasi AI dalam ekowisata turut mendukung ekonomi hijau. Penggunaan sistem prediksi musim peneluran dan tingkat keberhasilan penetasan dapat membantu pelaku UMKM lokal mempersiapkan produk seperti suvenir daur ulang, makanan lokal, dan layanan wisata berbasis jadwal konservasi. AI juga dapat membantu dalam pemodelan ekonomi berbasis lingkungan (green economic modeling), misalnya dengan memperkirakan potensi ekonomi dari konservasi berbasis data historis dan proyeksi wisatawan. Partisipasi masyarakat lokal tetap menjadi pilar utama. Teknologi tidak menggantikan peran masyarakat, tetapi memperkuatnya. Misalnya, nelayan lokal dapat dilibatkan dalam pelatihan penggunaan sistem deteksi AI berbasis kamera mobile, sehingga mereka juga berperan sebagai agen konservasi yang aktif dan berdaya.

d. Tantangan Implementasi AI di Kawasan Pesisir

Meskipun potensi AI sangat besar, terdapat sejumlah tantangan implementasi di kawasan seperti Pantai Kembar. Tantangan tersebut meliputi: (1) keterbatasan jaringan internet di area konservasi, (2) rendahnya literasi digital sebagian warga, (3) keterbatasan pendanaan untuk membeli perangkat keras seperti sensor dan server AI, serta (4) keberlanjutan sistem yang membutuhkan pemeliharaan. Solusinya adalah melalui kolaborasi multipihak: akademisi, pemerintah daerah, komunitas konservasi, dan sektor swasta. Pengembangan prototipe sederhana berbasis open-source dapat menjadi langkah awal sebelum investasi besar dilakukan. Selain itu, pelatihan dan edukasi digital bagi masyarakat penting agar teknologi benar-benar dimiliki secara sosial.

e. Replikasi Model dan Kontribusi Global

Model konservasi berbasis AI di Pantai Kembar berpotensi direplikasi di wilayah pesisir lain di Indonesia yang memiliki karakteristik serupa. Integrasi data dari berbagai wilayah juga dapat membentuk sistem informasi nasional konservasi penyu. Pada level global, penggunaan AI ini dapat menjadi bagian dari komitmen Indonesia dalam agenda pembangunan berkelanjutan (SDGs), terutama tujuan 13 (penanganan perubahan iklim), 14 (ekosistem laut), dan 17 (kemitraan global). Dengan demikian, AI bukan sekadar alat teknis, melainkan katalisator transformasi konservasi ke arah yang inklusif, cerdas, dan berkelanjutan.

Keberlanjutan, sebagai prinsip yang menyeimbangkan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan, telah diakui sebagai tujuan penting dalam kebijakan pembangunan global sejak KTT Bumi di Rio de Janeiro pada tahun 1992. Salah satu hasil utama dari pertemuan tersebut adalah penekanan pada pentingnya memenuhi kebutuhan generasi sekarang tanpa merusak kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka. Hal ini mencerminkan pengakuan akan keterbatasan sumber daya alam dan pentingnya menjaga keseimbangan ekosistem bumi agar dapat mendukung kehidupan dalam jangka panjang. Keberlanjutan bukan hanya tentang melindungi lingkungan, tetapi juga tentang memastikan bahwa pembangunan ekonomi dan sosial dapat tercapai secara adil dan inklusif (Daulay, et. al., 2020). Konsep pembangunan berkelanjutan sejak saat itu telah diterima secara luas sebagai panduan utama bagi kebijakan global.

Berbagai organisasi internasional, pemerintah, dan sektor swasta kini semakin memperhatikan bagaimana kebijakan dan tindakan mereka dapat berkontribusi pada pencapaian keberlanjutan. Dalam konteks ini, teknologi informasi dan komunikasi berperan penting dalam menyediakan alat untuk mengelola dan memantau dampak lingkungan serta membantu mendorong solusi inovatif yang lebih efisien dan ramah lingkungan. Oleh karena itu, tantangan besar yang dihadapi dunia saat ini adalah bagaimana memanfaatkan potensi TIK untuk mendukung tujuan keberlanjutan, sambil mengatasi ancaman lingkungan yang semakin mendalam (Rivai & Anugrah dalam Aulia et al., 2025). Dalam rangka pengembangan ekowisata berbasis edukasi yang ramah lingkungan juga memerlukan tahapan pengoptimalan penggunaan AI yang merupakan langkah strategis untuk meningkatkan promosi (Supradaka et al., 2024).

4. KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan penelitian, hasil, dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa integrasi kecerdasan buatan (AI) dalam konservasi penyu di Pantai Kembar Terpadu memberikan kontribusi signifikan dalam penguatan edukasi wisata, monitoring sarang penyu, serta pemberdayaan ekonomi lokal berbasis ekowisata cerdas. Hasil utama

penelitian ini menunjukkan bahwa teknologi seperti YOLOv5, sensor IoT, dan chatbot edukatif dapat diterapkan secara kontekstual untuk mendukung efisiensi konservasi dan meningkatkan pengalaman edukatif wisatawan. Keterlibatan masyarakat lokal menjadi aspek penting dalam keberhasilan implementasi teknologi, sehingga perlu dukungan pelatihan dan peningkatan literasi digital. Meski demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan dalam aspek infrastruktur teknologi di wilayah pesisir dan skala implementasi prototipe yang masih terbatas pada pendekatan konseptual. Untuk itu, penelitian lanjutan disarankan fokus pada pengujian langsung prototipe teknologi AI di lapangan serta evaluasi dampaknya terhadap konservasi penyu secara kuantitatif. Permasalahan utama yang diangkat, yakni bagaimana AI dapat mendukung keberlanjutan konservasi penyu dan ekonomi hijau di kawasan pesisir, telah terjawab melalui pemetaan tema monitoring, edukasi, dan pemberdayaan ekonomi yang saling terintegrasi. Oleh karena itu, AI dapat menjadi model pembelajaran inovatif sekaligus solusi strategis dalam transformasi ekosistem pesisir yang berkelanjutan dan tangguh terhadap tantangan global masa depan.

REFERENCES

- Aulia, M. R., Atikah, Q., Hartini, H., Sani, S. R., & Maulidia, V. (2025). *Ekonomi Hijau Sebagai Tantangan Pembangunan Berkelanjutan*. PT. Sonpedia Publishing Indonesia.
- Chen, T., & Guestrin, C. (2016). XGBoost: A scalable tree boosting system. *Proceedings of the 22nd ACM SIGKDD*, 785–794.
- FAO. (2021). *Blue transformation: Unlocking the potential of the ocean economy*. <https://www.fao.org>
- Hakim, L., & Nugroho, A. (2022). Chatbot berbasis NLP dalam pengelolaan wisata edukasi. *Jurnal Teknologi Interaktif*, 4(2), 23-33.
- Hapsari, D. (2023). Analisis sentimen untuk optimalisasi layanan wisata. *Jurnal Data dan Analitik*, 7(1), 77-88.
- IUCN. (2023). *The IUCN Red List of Threatened Species*. <https://www.iucnredlist.org>
- Kurniawan, A. (2021). Penerapan IoT dalam pemantauan suhu sarang penyu. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 22(3), 113-122.
- Munir, M. (2023). Pengembangan ekonomi hijau melalui ekowisata digital. *Jurnal Inovasi Pembangunan*, 9(1), 55-66.
- Nasution, R., & Sari, R. (2020). Ekowisata berbasis konservasi di pesisir selatan. *Jurnal Ekowisata*, 14(2), 99-108.
- NOAA. (2020). *Sea turtle nesting success rates*. <https://www.noaa.gov>
- Putri, M. D. (2023). Pembelajaran berbasis ekowisata di sekolah pesisir. *Jurnal Pendidikan Lingkungan*, 15(1), 30-41.
- Rachmawati, N. (2022). Penerapan YOLOv5 dalam klasifikasi objek laut. *Jurnal Informatika*, 18(1), 45-56.
- Redmon, J., & Farhadi, A. (2018). YOLOv3: An incremental improvement. *arXiv preprint arXiv:1804.02767*.
- Spotila, J. R. (2004). *Sea turtles: A complete guide to their biology, behavior, and conservation*. JHU Press.
- Supradaka, S., Sakti, E. M. S., Marhalinda, M., & Prabowo, H. S. (2024). Optimalisasi Kecerdasan Buatan (AI) dalam Pembuatan Konten Video Agrowisata Kisuci. *IKRA-ITH HUMANIORA: Jurnal Sosial dan Humaniora*, 8(3), 44-52.
- Supriadi, H. (2021). Pengaruh suhu terhadap keberhasilan penetasan telur penyu. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(2), 112-118.
- UNEP. (2021). *Green economy implementation: Achievements and lessons*. United Nations Environment Programme.
- Wahyuni, S. (2022). Potensi AI dalam konservasi hayati pesisir. *Jurnal Teknologi Hijau*, 11(2), 66-75.
- WWF Indonesia. (2022). *Penyu Indonesia*. <https://www.wwf.id/>
- Xu, B., Li, Z., & Wang, Y. (2023). Artificial intelligence in biodiversity monitoring: A systematic review. *Ecological Informatics*, 73, 101847.
- Zhang, H., Sun, Y., & Gao, M. (2022). Application of AI in microclimate prediction for sea turtle conservation. *Ecological Modelling*, 472, 110061.