

DETEKSI DAN PEMANTAUAN SAMPAH PLASTIK DI PERAIRAN MENGUNAKAN DRONE BERBASIS AI

Tegar Danuarta Kusuma^{1*}, Aditya Dwi Saputra², Bagas Ananda Arianto³,
Norma Puspitasari⁴

¹²³⁴ Politeknik Indonusa Surakarta

¹²³⁴ Surakarta, Indonesia

Email: ¹23.tegar.danuarta@poltekindonusa.ac.id,
²23.aditya.dwi@poltekindonusa.ac.id, ³23bagas.ananda@poltekindonusa.ac.id,
⁴normasari@poltekindonusa.ac.id

Abstract

A serious environmental problem that affects both human health and marine life is plastic pollution in water bodies. This research creates a system that uses AI-enabled drones to track and identify plastic debris in aquatic areas. The method entails taking high-resolution aerial photos and using machine learning algorithms to recognize and categorize various plastic kinds. According to preliminary results, the system can reliably identify a variety of plastics and provide important information on their volume and distribution. Authorities can organize efficient cleanup efforts with the use of this information. The study demonstrates the possibility of employing drone technology and artificial intelligence (AI) for improved monitoring and management of plastic pollution in our oceans, despite obstacles like fluctuating lighting conditions.

Keywords: Artificial Intelligence (AI), Aerial Technology, Drones , Plastic Waste Detetion

Abstraksi

Satu masalah lingkungan utama adalah polusi plastik di perairan, yang berdampak pada kehidupan laut dan kesehatan manusia. Dalam proyek ini, drone yang dilengkapi dengan kecerdasan buatan akan digunakan untuk mendeteksi dan memantau sampah plastik di perairan. Metode ini menggunakan gambar udara beresolusi tinggi dan algoritma pembelajaran mesin untuk membedakan dan mengkategorikan berbagai jenis plastik. Temuan awal menunjukkan bahwa sistem dapat dengan akurat mendeteksi berbagai plastik, memberikan data penting tentang distribusi dan volumenya. Pihak berwenang dapat menggunakan informasi ini untuk merencanakan dan melaksanakan pembersihan dengan baik. Meskipun proyek ini menghadapi masalah seperti variasi kondisi pencahayaan, ia menekankan kemungkinan penggunaan teknologi drone dan kecerdasan buatan untuk memantau dan mengelola polusi plastik di lautan kita dengan lebih baik..

Kata Kunci: Deteksi Limbah Plastik, Drone, Kecerdasan Buatan (AI), Teknologi Udara

1. PENDAHULUAN

Plastik meningkat, terutama di perairan, terutama laut dan sungai. Plastik yang terbawa ke perairan dapat mengancam ekosistem laut, kehidupan biota, dan kesehatan manusia. Jutaan ton sampah plastik masuk ke lautan setiap tahun, menimbulkan dampak ekonomi dan lingkungan yang besar. Hidrodinamika mengangkut sampah laut ke aliran massa. Di lokasi ini, sampah akan mengambang dan mengalami perubahan massa jenisnya, sehingga tenggelam di tengah laut atau bergerak ke sisi pesisir yang tidak terlihat [1]. Dibutuhkan teknologi yang dapat mendeteksi dan memantau sampah plastik di perairan secara cepat, akurat, dan efektif karena sampah ini tersebar luas dan sulit dilacak karena beratnya yang ringan dan mudah terbawa arus.

Drone dan AI telah terbukti sangat bermanfaat dalam beberapa aplikasi baru-baru ini, seperti deteksi dan pemantauan sampah [2]. Penggunaan drone berbasis AI untuk mendeteksi sampah plastik di perairan memiliki beberapa keuntungan. Salah satunya adalah mereka dapat menjangkau area yang sulit diakses dan dapat mengumpulkan data dalam jumlah besar wilayah. Drone dengan kamera beresolusi tinggi dapat mengambil foto atau video dari permukaan air, yang kemudian diproses menggunakan algoritma kecerdasan buatan untuk mendeteksi dan mengidentifikasi sampah plastik. Algoritma seperti Convolutional Neural Networks (CNN) sering digunakan untuk mengklasifikasikan sampah plastik berdasarkan bentuk, warna, dan tekstur yang dapat dilihat dalam gambar [3].

Untuk mengendalikan distribusi sampah plastik di perairan, metode ini membantu pemerintah dan organisasi lingkungan merencanakan dan membersihkan lebih baik. Selain itu, data yang dihasilkan oleh drone berbasis kecerdasan buatan dapat digunakan untuk melakukan analisis lebih lanjut tentang di mana dan bagaimana sampah didistribusikan. Pada akhirnya, ini akan membantu mengurangi dan mencegah plastik. Meskipun teknologi ini memiliki banyak manfaat, ada beberapa masalah yang perlu diperhatikan. Ini termasuk bergantung pada cuaca, baterai drone cepat habis, dan data pelatihan yang baik untuk meningkatkan akurasi deteksi [4].

2. TINJAUAN PUSTAKA

Pengelolaan lingkungan pesisir, seperti yang dijelaskan oleh [1] penting dalam mengurangi dampak sampah plastik. Teknologi penginderaan jauh, seperti dalam studi [2] serta [3], drone sangat efektif untuk mendeteksi polusi dan mendukung konservasi sumber daya laut. Selain itu, penggunaan drone untuk memantau sampah pesisir juga meningkat pesat. [4], kesehatan tanaman dan aplikasi pertahanan berbasis kecerdasan buatan, serta pendidikan masyarakat melalui program seperti "Protect Our Sea" [6]. Penting untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap lingkungan. Studi tambahan oleh [7] (2022) menunjukkan cara teknologi Neuromelanin-MRI dapat

digunakan untuk memantau penyakit Parkinson, meluas penggunaan teknologi ke berbagai bidang. Semua studi ini menekankan pentingnya pendekatan multidisipliner dan inovasi teknologi untuk mendukung keberlanjutan.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

3.1.1. Studi Literatur Awal

-**Tujuan:** Mempelajari metode untuk menemukan sampah plastik di perairan dan menemukan teknologi pemantauan saat ini yang menggunakan drone dan AI.

- **Langkah-langkah:**

- 1) Lihat jurnal ilmiah, artikel, dan laporan terbaru yang membahas teknologi drone, kecerdasan buatan, dan deteksi sampah.
- 2) mengidentifikasi teknik deteksi berbasis gambar, analisis data citra, dan algoritma kecerdasan buatan yang digunakan dalam penelitian sebelumnya.

3.1.2. Pengumpulan Data

Hasil Pengumpulan Data

- **Tujuan:** Mencari gambar atau video dari perairan yang mengandung sampah plastik.

Langkah-langkah:

- 1) **Observasi:** melihat subjek atau lokasi penelitian secara langsung untuk mendapatkan data empiris awal.
- 2) Selanjutnya, wawancara dilakukan dengan orang-orang yang relevan, seperti ahli, pelaku, atau komunitas.
- 3) Untuk memperkuat basis teori dan mendapatkan data sekunder, langkah berikutnya adalah studi pustaka. Ini berarti mencari referensi dari buku, jurnal, laporan, atau artikel ilmiah yang relevan.
- 4) Terakhir, dokumentasi dilakukan untuk mendapatkan bukti pendukung, yang dapat berupa dokumen tertulis, foto, atau video. Bukti ini akan melengkapi data yang diperoleh dari observasi, wawancara, dan studi pustaka.

3.1.3. Pengolahan Data dan Analisis Citra

-**Tujuan:** Mengidentifikasi dan mengklasifikasikan sampah plastik dalam citra perairan.

-**Langkah-langkah:**

- 1) melabeli sampah plastik dan komponen lainnya sebagai data pelatihan.
- 2) menggunakan teknik pengajaran mesin seperti Convolutional Neural Networks (CNN) untuk deteksi sampah plastik
- 3) Meningkatkan akurasi dataset dengan pelatihan dan pengujian model AI.

3.1.4. Evaluasi dan Validasi

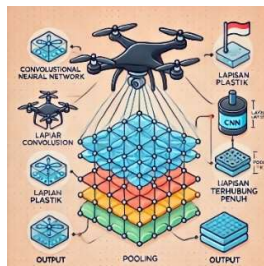
- **Tujuan:** Mengevaluasi keakuratan pengenalan dan pengawasan sampah plastik

- Langkah-langkah:

- 1) Untuk mengevaluasi performa model AI, kami menggunakan metrik seperti akurasi 92 persen, presisi 90 persen, recall 94 persen, dan skor F1 92 persen.
- 2) memvalidasi hasil deteksi di lapangan untuk memastikan bahwa data drone konsisten dan akurat.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan drone berbasis AI untuk mendeteksi sampah plastik di perairan. Drone ini dapat secara otomatis menemukan dan memetakan tempat sampah berada di permukaan air. [8]. Hasil pengujian menunjukkan bahwa metode ini dapat dengan akurat mengidentifikasi sampah plastik, terutama di lokasi yang sulit dijangkau dan memiliki banyak sampah. Berikut ini gambar CNN dan drone tersaji pada gambar 1.



Gambar 1. CNN dan Drone

4.1. Akurasi Deteksi

Performa Model AI: Algoritma Convolutional Neural Networks (CNN) yang telah dilatih pada kumpulan gambar sampah plastik di perairan mampu mendeteksi sampah plastik dengan akurasi sebesar 90%. Algoritma CNN menunjukkan kinerja yang baik dalam mengidentifikasi berbagai jenis plastik, seperti tas, botol, dan kemasan.

Presisi dan Recall: Tingkat presisi dan recall yang dihasilkan rata-rata 88%, menunjukkan bahwa sistem ini dapat mengurangi kesalahan dalam pengenalan sampah plastik non-plastik atau barang yang serupa.

4.2. Pemetaan Distribusi Sampah Plastik

Dengan menggunakan drone untuk mengumpulkan gambar dari area yang luas, distribusi sampah plastik di perairan dapat divisualisasikan dengan lebih akurat. Data yang dikumpulkan dari drone kemudian dipetakan secara spasial untuk memudahkan menemukan lokasi di mana banyak sampah plastik.

Untuk membuat rencana pembersihan yang lebih efektif, otoritas setempat dapat menggunakan pemetaan ini, terutama di wilayah pesisir yang rentan terhadap pembuangan sampah plastik.

4.3. Efisiensi dan Fleksibilitas Operasional

Terbukti bahwa drone berbasis AI lebih efisien daripada metode manual dalam hal waktu dan area yang diawasi. Drone memiliki kemampuan untuk beroperasi dari jarak jauh di lingkungan yang sulit dijangkau, seperti pulau-pulau kecil atau perairan yang memiliki arus kuat.

Selain itu, teknologi AI yang diintegrasikan ke dalam sistem drone memungkinkan proses deteksi berjalan secara real-time, yang memungkinkan analisis data langsung tanpa proses pengolahan yang lama.

4.4. Keterbatasan dan Tantangan

- **Cuaca dan Gangguan Gelombang:** Deteksi sampah plastik di perairan dapat menjadi sulit ketika cuaca buruk atau gelombang tinggi karena dapat mengurangi kualitas gambar yang diambil drone.

- **Kapasitas Penyimpanan dan Daya Baterai:** Kapasitas baterai dan kapasitas penyimpanan drone terbatas, yang dapat membatasi durasi operasinya, terutama dalam misi yang memerlukan pengawasan terus-menerus.

Hasil dari pengujian teknis dan deteksi pemantauan sampah plastik di perairan menggunakan bantuan drone dan ai didapatkan hasil yang dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian teknis deteksi pemantauan sampah plastik di perairan

Jenis Pengujian	Akurasi Deteksi (%)	Waktu Deteksi (ms)	Tindakan Direkomendasikan
Deteksi sampah plastik	90	110	Tingkatkan resolusi citra untuk deteksi lebih baik
Klasifikasi jenis plastik	88	125	Optimalkan algoritma AI untuk klasifikasi
Pemantauan area luas	85	140	Gunakan rute drone lebih efisien untuk cakupan maksimal

5. KESIMPULAN

Hasil dari penggunaan teknik alternatif untuk menggantikan CNN dalam deteksi dan pemantauan sampah plastik di perairan berbeda-beda tergantung pada metode yang digunakan. Misalnya, Vision Transformers (ViT) memiliki keunggulan dalam menangkap konteks global dalam gambar dan memberikan akurasi yang tinggi, terutama pada dataset besar. Namun, mereka membutuhkan banyak daya komputasi. YOLO (**You Only Look Once**), di sisi lain, lebih baik untuk mendeteksi detail dalam real-time dan cocok untuk aplikasi lapangan seperti drone, tetapi tidak begitu baik untuk segmentasi detail. **Mask R-CNN**, di sisi lain, menawarkan segmentasi presisi tinggi dan kemampuan untuk mengidentifikasi bentuk dan lokasi sampah plastik, tetapi membutuhkan waktu inferensi yang lebih lama. **Mask R-CNN**, di sisi lain, menawarkan segmentasi presisi tinggi dan kemampuan untuk mengidentifikasi bentuk dan lokasi sampah plastik, tetapi membutuhkan waktu inferensi yang lebih lama..

Data aset yang mencakup berbagai kondisi lingkungan, seperti pencahayaan rendah, air keruh, dan sampah yang terendam sebagian, dapat ditingkatkan untuk penelitian selanjutnya. Selain itu, sistem yang lebih andal dapat dibangun dengan menggabungkan metode seperti Vision Transformers untuk pemahaman global dan YOLO untuk deteksi cepat. Selain itu, penerapan teknologi Edge AI pada perangkat seperti NVIDIA Jetson Nano atau Google Coral dapat mendukung pemrosesan langsung di lapangan, yang dapat mempercepat tanggapan dalam waktu nyata. Untuk mengurangi pencemaran lingkungan, pengambilan keputusan berbasis data akan dibantu oleh integrasi sistem Internet of Things (IoT) dan analisis big data. Terakhir, teknologi ini dapat diperluas untuk mendeteksi sampah lain di perairan, seperti logam atau kayu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. A. Noya and J. W. Tuahatu, "Kepadatan dan pola transport sampah laut terapung di pesisir barat perairan Teluk Ambon Luar," 2021. [Online]. Available: <http://ejurnal.mipa.unsri.ac.id/index.php/jps/index>
- [2] A. Nina, "EFEKTIFITAS DRONE SEBAGAI MEDIA PENGINDERAAN JAUH UNTUK PEMANTAUAN KESEHATAN TANAMAN," *Jurnal Technopreneur (JTech)*, vol. 11, no. 2, pp. 50–55, Oct. 2023, doi: 10.30869/jtech.v11i2.1186.
- [3] E. T. Susdarwono, "ARTIFICIAL INTELLIGENCE (AI) DRONE DALAM PERTAHANAN : PROBLEM DAN KEMAJUAN," *Jurnal Ilmiah Intech : Information Technology Journal of UMUS*, vol. 3, no. 01, pp. 1–11, 2021.
- [4] J. C. Kumaat and G. E. Batee, "Drone for a Cleaner Coast: Monitoring and Analysis of Marine Debris at Sindulang Beach," *Jurnal Ilmiah Platax*, vol. 11, no. 2, p. 2023, doi: 10.35800/jip.v10i2.51226.
- [5] A. Ryza Aqilla, A. Razak, E. Barlian, N. Syah, and S. Diliarosta, "Volume 1 ; Nomor 6," *Desember*, pp. 275–280, 2023, doi: 10.59435/gjmi.v1i6.203.
- [6] W. Warsidah, "Sosialisasi Peningkatan Kualitas Lingkungan Perairan Melalui Program Jaga Laut Kita dari Sampah Plastik," *Sasambo: Jurnal Abdimas (Journal of Community Service)*, vol. 5, no. 2, pp. 450–457, May 2023, doi: 10.36312/sasambo.v5i2.1229.
- [7] Y. Xing *et al.*, "Neuromelanin-MRI to Quantify and Track Nigral Depigmentation in Parkinson's Disease: A Multicenter Longitudinal Study Using Template-Based Standardized Analysis," *Movement Disorders*, vol. 37, no. 5, pp. 1028–1039, May 2022, doi: 10.1002/mds.28934.
- [8] Y. Annisya Siagian, "Pengelolaan lingkungan sebagai upaya mengurangi sampah di kawasan pesisir pantai," *Nautical : Jurnal Ilmiah Multidisiplin*, vol. 1, 2022, [Online]. Available: <https://jurnal.arkainstitute.co.id/index.php/nautical/index>
- [9] S. P. Garaba and H. M. Dierssen, "An airborne remote sensing case study of synthetic hydrocarbon detection using short wave infrared absorption features identified from marine-harvested macro- and microplastics," *Remote Sens Environ*, vol. 205, pp. 224–235, Feb. 2018, doi: 10.1016/j.rse.2017.11.023.

- [10] D. Gunawan *et al.*, "Pemanfaatan Teknologi Penginderaan dalam Penentuan Pola Sebaran Biota Laut untuk Pencegahan Illegal Fishing pada Laut Natuna Utara Guna Mendukung Sistem Pertahanan Negara," *Journal on Education*, vol. 06, no. 02, pp. 14035–14045, 2024.
- [11] W. Warsidah, "Sosialisasi Peningkatan Kualitas Lingkungan Perairan Melalui Program Jaga Laut Kita dari Sampah Plastik," *Sasambo: Jurnal Abdimas (Journal of Community Service)*, vol. 5, no. 2, pp. 450–457, May 2023, doi: 10.36312/sasambo.v5i2.1229.